

Aus der Chirurgischen Universitäts-Klinik
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Professor Dr. med. K. Vosschulte

Experimentelle Untersuchungen und klinische Überlegungen zur Patellaexstirpation

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der
Medizinischen Fakultät
der
Justus Liebig-Universität
Gießen

vorgelegt von
Peter Bernstein
aus Magdeburg

Gießen 1970

Aus der Chirurgischen Universitäts-Klinik
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Professor Dr. med. K. Vosschulte

Experimentelle Untersuchungen und klinische Überlegungen zur Patellaexstirpation

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der

Medizinischen Fakultät
der

Justus Liebig-Universität
Gießen

vorgelegt von
Peter Bernstein
aus Magdeburg

Gießen 1970

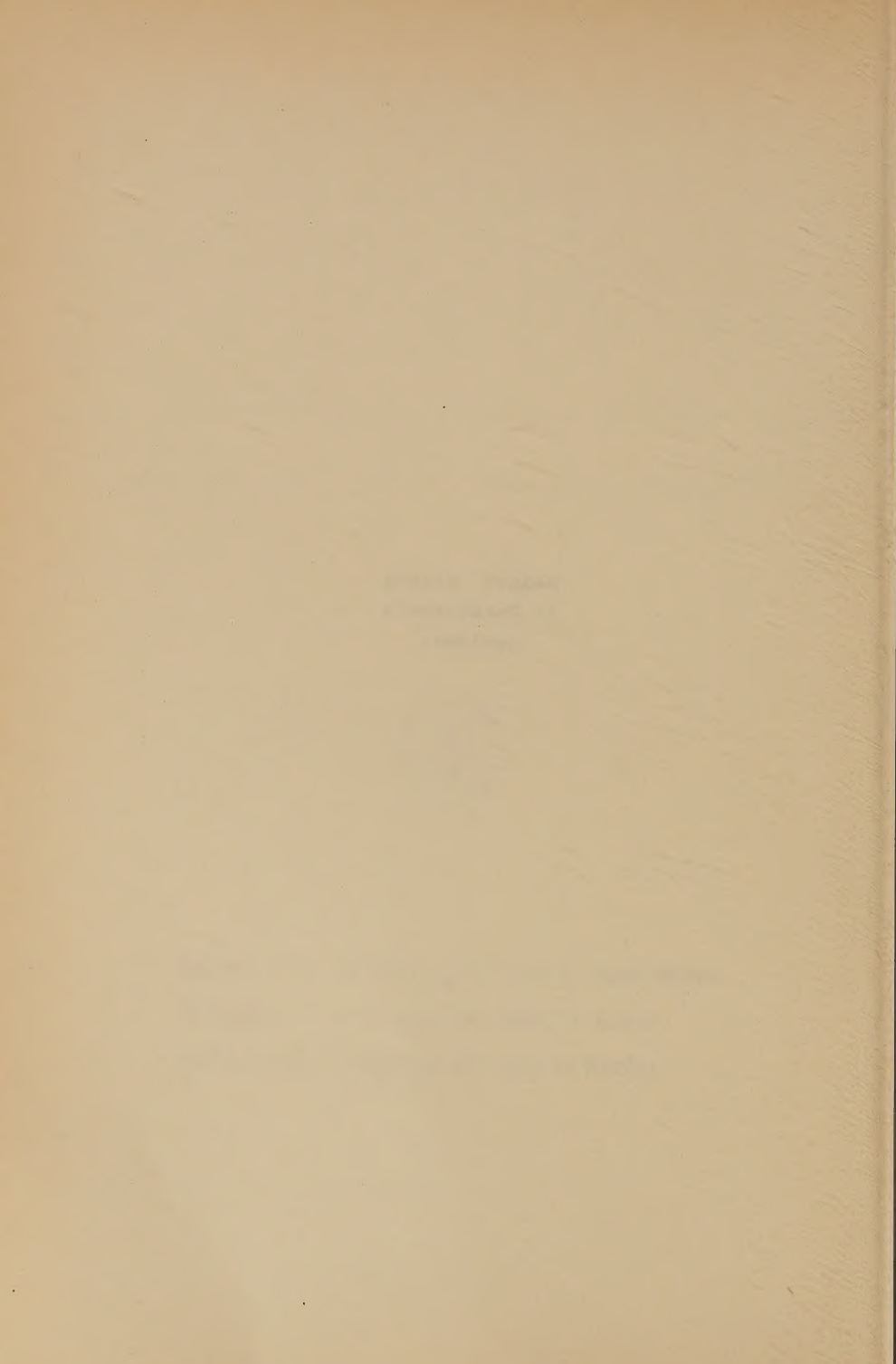


Dekan: Professor Dr. med. E. Habermann

Referent: Professor Dr. med. H. Ecke

Korreferent: Professor Dr. med. H. Rettig

Meinen Eltern
in Dankbarkeit
gewidmet



GLIEDERUNG

Seite

A	<u>Einleitung</u>	5
B	<u>Klinischer Teil: Ergebnisse der Behandlung von Kniescheiben-trümmerbrüchen durch Patellektomie in der Chirurgischen Universitätsklinik Gießen in den Jahren 1956 - 1970</u>	9
I.	Übersicht	9
1.	Häufigkeit und Altersverteilung	9
2.	Unfallursachen und Kombination mit anderen Verletzungen	9
3.	Offene Frakturen	10
4.	Komplikationen	11
II.	Nachuntersuchungsergebnisse	11
1.	Allgemeines	11
2.	Subjektive Beschwerden	12
a)	Schmerz	12
b)	Gang	13
c)	Grobe Kraft der Kniegelenk-streckmuskulatur	13
d)	Beschwerden bei Witterungs-umschlag	14
3.	Objektive klinische Befunde	14
a)	Atrophie der Muskulatur	14
b)	Streckung im Kniegelenk	15
c)	Beugung im Kniegelenk	15
d)	Kreiselung des Unterschenkels	16
e)	Bandapparat	16
f)	Arthrosegeräusche bei Bewegungen des Kniegelenkes	16
g)	Veränderungen im Röntgenbild	17

	Seite
4. Berufswechsel und dauernde Minderung der Erwerbsfähigkeit	26
5. Sportliche Betätigung	27
III. Einteilung der Behandlungsergebnisse	27
C <u>Experimenteller Teil</u>	31
I. Methodik	31
II. Ausführung	32
1. Operation der Versuchstiere	32
a) Allgemeine Operationsvor- bereitungen	32
b) Patellektomie	33
c) Transplantation der Patella	35
2. Lauftraining	35
3. Histologische Untersuchung	37
4. Komplikationen	37
III. Ergebnisse	38
1. Patellektomie	38
a) Einseitige Patellektomie	38
b) Doppelseitige Patellektomie	43
2. Transplantation der Patella	48
a) Einseitige homoiologe Transplantation	48
b) Einseitige isologe Transplantation	54
c) Doppelseitige autologe Transplantation	56
3. Zusammenfassung des experimen- tellen Teils	57
D <u>Diskussion</u>	60
E <u>Zusammenfassung</u>	63
F <u>Literaturverzeichnis</u>	66

A Einleitung

Die Häufigkeit von Patellafrakturen (PFr) wird, bezogen auf die Gesamtheit der Knochenbrüche, mit 0,5 % (JÄRVINEN) und 2,3 % (ARNOLD) angegeben.

Mit stärker und schneller werdendem Straßenverkehr hat auch die Anzahl der Kniescheibentrümmerfrakturen zugenommen. Oft ist eine stufenlose Wiederherstellung der Gelenkgleitfläche unmöglich. Als Behandlungsverfahren dieser Frakturen bietet sich - abgesehen vom noch umstrittenen alloplastischen Ersatz - einzig die Patellektomie (PEK) an.

Abb. 1 zeigt ein Operationspräparat einer in mehrere kleinere und größere Bruchstücke zertrümmerten Kniescheibe.

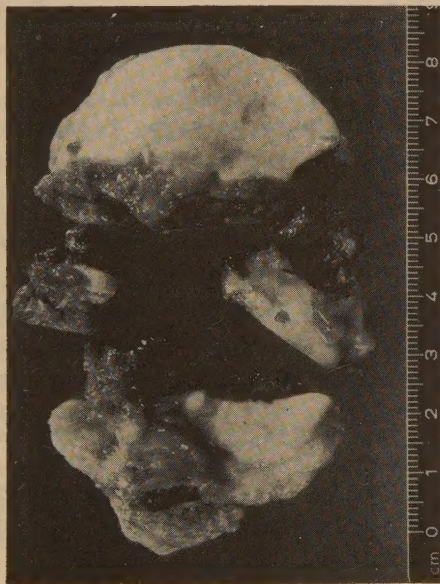


Abb. 1 : Operationspräparat einer zertrümmerten Kniescheibe (Motorradunfall).

Es gibt Befürworter und Gegner der PEK. 1848 führten TEXTOR sie wegen eines Tumors, später PUTZ und FOWLER bei einer habituellen Patellaluxation durch. Als Therapeutikum einer Fraktur wurde sie 1890 von ALTHAM vorgenommen. Ihm folgte erst 1937 BROOKE.

Für BROOKE bedeutete das Fehlen der Kniescheibe keinen nachteiligen Einfluß auf die Funktion des Kniegelenkes. Er exstirpierte bei 30 Patienten mit PFr die Bruchstücke und nähte den Streckapparat. Bei Nachuntersuchungen sah er durchweg ausgezeichnete Ergebnisse.

Ebenfalls gute klinische Resultate nach PEK ermittelten FLINCHUM, v. ROSEN (34, davon 17 wegen Frakturen), GECKELER, PIERER (65 Patienten), WEST (in 76 % von 74 Fällen sehr gutes und gutes Ergebnis), BLODGETT, SEBELLIN (bei Nachuntersuchungen in 73 % ein ausgezeichnetes Resultat mit vollkommener funktioneller Normalisierung).

Über eigene Nachuntersuchungen von Patienten, denen wegen einer Trümmerfraktur die Patella exstirpiert wurde, wird im klinischen Teil dieser Arbeit berichtet.

Gegner der PEK führen an, daß es nach Totalexstirpationen der Kniescheibe zu Arthrosen komme.

DE PALMA entfernte bei 45 erwachsenen Hunden die Patella entweder total oder zur Hälfte. Klinisch vermerkte er Bewegungseinschränkungen und Schmerzreaktionen. Bei Obduktionen der Tiere nach verschiedenen Zeitabständen sah er schweren Gelenkverschleiß.

FÜRMAIER zeigte, daß die Druckbelastung im Tibio-femoralgelenk bei einem Körpergewicht von 80 kg nach

PEK bei einem Gelenkwinkel von 45° und einbeiniger Belastung von 1696 kg bei normalen Verhältnissen auf 6480 kg zunimmt, wodurch eine Abnutzung des Kniegelenkes eintreten könne. Bei einem Hund sah er 15 Monate nach einer PEK eine makroskopisch eindrucksvolle Arthrose.

WEHNER exstirpierte die Kniescheibe ein- oder doppelseitig bei Kaninchen. Makroskopisch waren nach 28 - 80 Tagen im Bereich der Gleitfläche der Quadricepssehne auf den Femurkondylen Knorpelursuren zu erkennen. Bei mikroskopischen Untersuchungen fand er Veränderungen des Gelenkknorpels der Femurkondylen.

AXHAUSEN empfiehlt Zurückhaltung bei PEK, da Quadriceps-Atrophien beobachtet wurden. BAUMGARTL ist der Ansicht, daß die PEK keine ideale Lösung ist, weil danach eine sportliche Betätigung unmöglich sei.

DREYER, GROHER und WELLER ziehen die partielle Exstirpation der PEK vor.

Der Ersatz einer angeboren oder nach Exstirpation fehlenden Kniescheibe wurde von einigen Autoren durch Plastiken und Transplantationen durchgeführt.

BERTOCCHI verpflanzte bei Kaninchen Kniescheiben, die er 3 Tage in 90 %igem und anschließend 5 - 48 Tage in 60 %igem Alkohol aufbewahrt hatte. In verschiedenen Abständen tötete er die Tiere und untersuchte die Implantate. Nach seinen Untersuchungen wird das gehärtete Gewebe stufenweise belebt.

Zum plastischen Ersatz einer Patella (Exstirpation wegen eines vermuteten Chondrosarkoms) entnahm NOVOSELCEV ein ovales Stück periostgedeckten Knochens vom Schienbein. Dieses Knochenstück wurde in ein vom

Oberschenkel heruntergeklapptes Band der Fascia lata eingenäht und am Reservestreckapparat befestigt. Als Ergebnis wurde eine normale und schmerzlose Beweglichkeit des Kniegelenkes vermerkt.

KOFMANN ersetzte die Patella 1908 und 1922 auf ähnliche Weise.

VALDONI entnahm als Kniescheibenersatz ein Knochenstück von 4 x 3 x 1 cm Größe aus der Tibiavorderfläche. Diese Operation wiederholte er im Experiment an 13 Kaninchen.

Eine Alloplastik der Kniescheibe aus dem Kunststoff " AKR - 7 " beschreibt SAMOYLOV. Er führte einen künstlichen Ersatz der Patella bei 11 Patienten durch. Die Funktion des Kniegelenkes habe sich nach kurzer Zeit normalisiert.

Durch das Für und Wider die PEk, die Transplantationsexperimente, den Versuch des plastischen Kniescheibenersatzes und Nachuntersuchungen patellektomierter Patienten, wurde ich zu Tierexperimenten angeregt.

B Klinischer Teil : Ergebnisse der Behandlung von
Kniescheibentrümmerbrüchen durch
Patellektomie in der Chirurgischen
Universitätsklinik Gießen in den
Jahren 1956 - 1970

I. Übersicht

1. Häufigkeit und Altersverteilung

In den Jahren 1956 - 1970 wurden in der Chirurgischen Universitätsklinik Gießen bei 17 Patienten (14 Männer, 3 Frauen) wegen Trümmerfrakturen einseitige PEk durchgeführt.

Das Durchschnittsalter betrug bei den Männern 36 und bei den Frauen 31 Jahre. Der älteste Patient war 72 und der jüngste 16 Jahre alt. Nur 3 Patienten waren älter als 50 Jahre.

2. Unfallursachen und Kombination mit anderen Verletzungen

16 von 17 Patienten waren im Straßenverkehr verunglückt. Nur einmal ereignete sich ein Unfall im Haushalt.

Tab. 1 : Zusammenstellung der
Unfallursachen

Unfallart	Anzahl
=====	=====
Autounfälle	10
Motorradunfälle	6
Unfälle im Haushalt	1

Aus dem hohen Anteil der Verkehrsunfälle erklärt sich, daß besonders Männer betroffen waren. BAUMGARTL gibt an, daß 1959 52,6 % aller PFr durch Straßenunfälle entstanden.

Nur 8 Patienten hatten neben der PFr keine weiteren Verletzungen. 5mal waren als Nebenverletzungen multiple Schnitt-, Platz- und Schürfwunden zu verzeichnen. Außer weiteren Frakturen (Tab. 2) hatten 3 Patienten eine Commotio cerebri.

Tab. 2 : Übersicht der Nebenverletzungen (Frakturen) von 17 Patienten, bei denen PEk durchgeführt wurden

Ort der Fraktur	Anzahl
=====	=====
Oberschenkel	2
Rippen	1
Schädelbasis	1

3. Offene Frakturen

5mal diagnostizierten wir bei den Patienten, bei denen eine PEk durchgeführt wurde, einen offenen Bruch. Von sämtlichen PFr (insgesamt 196 Patienten), die in den Jahren 1951 - 1967 in der Chirurgischen Universitätsklinik Gießen zur Behandlung kamen, waren 17,25 % komplizierte Brüche. Andere Autoren geben den Prozentsatz der offenen PFr wie folgt an:

BAUMGARTL	6,2 %
BRÜCKNER	6,79 %
KARNBAUM	3,8 %
PASCHOLD	8,5 %
SCHÖNBAUER	6,5 %

4. Komplikationen

Einmal kam es am 22. postoperativen Tag - zwei Tage nach Entlassung aus der stationären Behandlung - zu einem Lungeninfarkt. Der Patient, der an einer Thrombophlebitis des rechten Oberschenkels litt, konnte nach konservativer Therapie wieder geheilt entlassen werden.

Ein anderer fast 70jähriger Kranker verstarb postoperativ an einer Lungenembolie.

II. Nachuntersuchungsergebnisse

1. Allgemeines

Von 17 Patienten wurden 11 nachuntersucht. An 2 Patienten wurden detaillierte Fragebogen verschickt, die beide ausgefüllt zurückkamen. Über einen Verletzten wurde durch die behandelnde Ärztin Auskunft erteilt. Insgesamt sind die Ergebnisse von 14 Verletzten ausgewertet worden. Die Nachuntersuchungen fanden 6 Monate bis 13 Jahre nach der PEk statt.

Ein Patient war 3 Jahre nach der PEk bei einem Auto-unfall tödlich verunglückt, ein Verletzter verstarb postoperativ an einer Lungenembolie, und ein Ausländer war unbekannt verzogen.

Die Untersuchungsergebnisse von 2 patellektomierten Patienten sind in den folgenden Ausführungen nicht berücksichtigt, da sie Sonderfälle darstellen:

Einmal handelt es sich um den Insassen einer Heil-

und Pflegeanstalt. Seine Behandlung war diffizil. Der sehr unruhige Mann entfernte sich den Gipsverband mehrmals. 15 Monate nach der PEK war die Streckung im operierten Gelenk frei, die Beugung aber nur bis 90° möglich. Der 73jährige Patient ist jetzt ohne Schmerzen, zeigt aber einen leicht schenenden Gang.

Die Beurteilung des Therapieerfolges der PEK war bei einem Patienten, der 10 Jahre vor der PEK ein Knie-trauma mit Meniskus-, Bänder- und Muskelverletzungen erlitt, unsicher. Seit dieser Zeit trug er einen Schienenhülsenapparat und hatte eine Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE) von 30 %, die nach dem neuen Trauma vorübergehend auf 40 % erhöht wurde. Die Beugung im Kniegelenk ist bis 100° möglich, die Streckung frei, der Bandapparat fest.

Einem Patienten wurde die Patella erst 12 Jahre nach dem Unfallereignis exstirpiert. Primär war die Fraktur mit einer Drahtcerclage versorgt worden. Wegen zunehmender Arthrose entfernte man schließlich doch die Kniescheibe.

Die stationäre Behandlung dauerte im Mittel 31 Tage, wobei die kürzeste Zeit 8 und die längste Zeit 78 Tage (Schädelbasisfraktur als Nebenverletzung) betrug. Die Entlassung erfolgte bei allen Patienten im Oberschenkellegegips.

2. Subjektive Beschwerden

a) Schmerz

Von 12 beurteilbaren Patienten klagt keiner über

Ruheschmerzen. Lediglich nach längeren Belastungen und Bewegungen verspüren 5 Nachuntersuchte abends Schmerzen.

b) Gang

Das Gangbild von 9 patellektomierten Patienten unterscheidet sich nicht von dem gesunder Menschen.

3 Patienten schonen das operierte Bein.

6mal werden Beschwerden beim Treppensteigen angegeben.

c) Grobe Kraft der Kniegelenkstreckmuskulatur

Aussagen über die grobe Kraft sind mit gewissen Vorbehalten zu machen.

Erstaunlich ist, daß das Strecken des Kniegelenkes gegen Widerstand bei 9 Patienten keine Seitendifferenzen ergibt. Lediglich einmal erscheint die grobe Kraft im patellektomierten Gelenk herabgesetzt. Bei den beiden Patienten, die einen Fragebogen erhielten, kann über die grobe Kraft der Kniestrecker keine Aussage gemacht werden.

Um eine Objektivierung der Aussage zu erhalten, wurden die Patienten bei der Nachuntersuchung aufgefordert, mit dem operierten Bein zuerst einen Stuhl zu besteigen. Diesen Test absolvierten 8 Nachuntersuchte ohne Schwierigkeiten. Ein Patient ist dazu weder mit dem rechten noch mit dem linken Bein fähig (!); und nur zweimal kommt es vor, daß der Stuhl nicht mit dem operierten Bein zuerst bestiegen

werden kann. Von einem Patienten fehlen über diesen Test Angaben auf dem Fragebogen.

Diese Untersuchung beweist, daß nach der Mehrzahl der PEK die grobe Kraft der Oberschenkelstrecker nicht meßbar vermindert war.

d) Beschwerden bei Witterungsumschlag

10 Patienten machten Aussagen über Schmerzen bei Witterungswechsel; aber nur 5 von ihnen geben witterungsabhängige Beschwerden im verletzten Gelenk an.

3. Objektive klinische Befunde

a) Atrophie der Muskulatur

Bei jedem Kranken tritt durch die notwendige Ruhigstellung ein Muskelschwund auf, der sich in den meisten Fällen vollständig zurückbildet.

Als Maßstab wurden die Umfangsdifferenzen beider Beine genommen.

Am Oberschenkel wird eine Muskelverschwächigung von über 2 cm nur einmal vermerkt, 4mal ist eine Dickenabnahme bis 2 cm meßbar. In 7 Fällen ergeben sich bei der Prüfung am Oberschenkel keine Differenzen. Bei einer Atrophie bis 2 cm muß berücksichtigt werden, daß auch normalerweise Umfangsdifferenzen zwischen rechts und links bis zu 2 cm vorkommen können.

Eine echte Verminderung der Oberschenkelmuskulatur

läßt sich also nur bei einem Nachuntersuchten feststellen.

Der stärkste Unterschenkelumfang zeigt bei keinem Patienten zwischen rechts und links eine größere Differenz als 1 cm und liegt daher noch im Bereich der Norm.

b) Streckung im Kniegelenk

Eine Streckhemmung über 10° besteht bei keinem nachuntersuchten Patienten. 9mal ist die Streckung unbehindert; 3mal kann eine Streckhemmung bis 10° beobachtet werden (2mal 5° und einmal 10°).

c) Beugung im Kniegelenk

Tab. 3 : Meßergebnisse (Beugungsfähigkeit im patellektomierten Kniegelenk)

Beugung	Anzahl
=====	=====
frei	2
Hemmung um 20°	8
Hemmung um 45°	1
Hemmung um 90°	1

Eine Beugehemmung um 20° macht noch kein auffälliges Gangbild. Das Therapieergebnis bei einer Verminderung der Beugefähigkeit um 20° ist noch als gut zu bezeichnen.

d) Kreiselung des Unterschenkels

Hierbei wurde die Kreiselung an beiden Beinen bei gebeugtem Kniegelenk (90°) geprüft.

3 von 10 Nachuntersuchten zeigen am operierten Bein eine geringe Einschränkung der Kreiselung sowohl nach innen als auch nach außen gegenüber dem nicht geschädigten Gelenk. Für die Funktion des Kniegelenkes ergibt sich daraus keine Beeinträchtigung.

e) Bandapparat

Die Festigkeit der Seiten- und Kreuzbänder wurde im Vergleich mit der gesunden Seite überprüft.

Bei keinem der 10 untersuchten Patienten ist der Bandapparat des Kniegelenkes gelockert. Mittels Fragebogen konnten hierüber keine Angaben ermittelt werden.

f) Arthrosegeräusche bei Bewegungen des Kniegelenkes

Nur solche Arthrosegeräusche können als Folgeerscheinung einer PEk angelastet werden, die gegenüber der gesunden Seite deutlich verstärkt sind. Auf beiden Seiten gleich stark ausgeprägte Arthrosegeräusche müssen als Zeichen einer normalen Abnutzungserscheinung im Kniegelenk gewertet werden.

Tab. 4 : Arthrosegeräusche bei
aktiven und passiven
Bewegungen des Kniege-
lenkes

Intensität	Anzahl
=====	=====
keine	4
rechts = links	5
leise (operierte Seite)	2
mittel (operierte Seite)	1
stark (operierte Seite)	-

Nur in 3 von 12 Fällen läßt sich bei Bewegungen im patellektomierten Gelenk ein deutlicheres Arthrosegeräusch wahrnehmen als auf der Vergleichsseite.

g) Veränderungen im Röntgenbild

Auch hierbei muß beachtet werden, daß Arthrosen mit zunehmendem Alter als normaler Verschleiß entstehen. Darum dürfen nur diejenigen Arthrosen als Folgen der Verletzung angesehen werden, die einen Unterschied zur gesunden Seite zeigen.

Von 9 bei der Nachuntersuchung geröntgten Patienten finden sich nur bei einem ausgeprägte arthrotische Veränderungen. Diesem Patienten wurde die Kniescheibe erst 12 Jahre nach dem Unfallereignis exstirpiert, weil das Kniegelenk infolge von Inkongruenzen des Femuro-Patellargelenkes dauernd gereizt war.

Alle anderen haben entweder keine degenerativen Veränderungen oder zeigen sie in gleichem Umfang wie

auf der " gesunden Seite ".

Einige Röntgenbilder sollen das belegen:

1. Abb. 2 : 28jähriger Kraftfahrer. a) Aufnahme am Tage des Unfalls. b), c), d) und e) sind Röntgenaufnahmen anlässlich der Nachuntersuchung 7 Jahre nach dem Unfallereignis. Die Vergleichsaufnahmen zeigen keine arthrotischen Veränderungen. Pat. ist voll arbeitsfähig und fährt einen schweren LKW in einem Steinbruch.



Abb. 2a



Abb. 2b

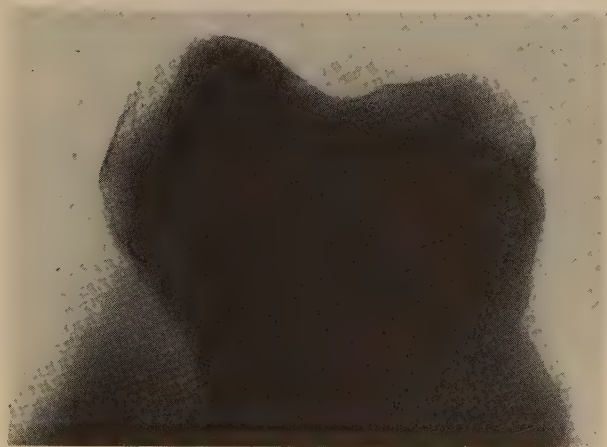


Abb. 2c

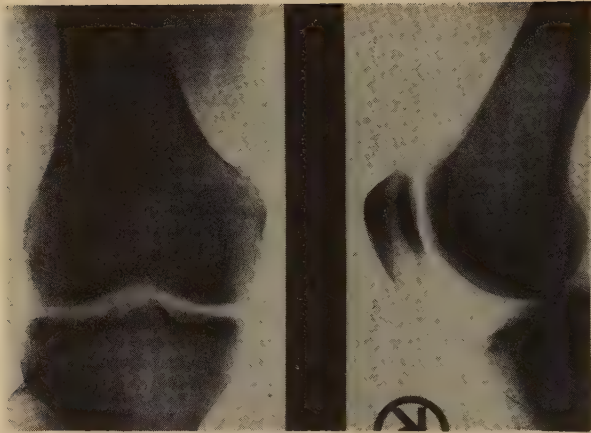


Abb. 2d



Abb. 2e

Abb. 2 : K. K.: Befund nach Motorradunfall bei der Klinikaufnahme (a). b) und c) ap, seitlich und axial zeigen den Zustand 7 Jahre nach der PEk. d) und e) sind die Vergleichsaufnahmen des gesunden Kniegelenkes. Keine arthrotischen Veränderungen.

2. Abb. 3 : 36jähriger Gastwirt. 1956 Motorradunfall. Patellatrümmerfraktur und Oberschenkelrollenbruch. PEK. Versorgung der Oberschenkelkondylenfraktur mit einer perkondylären Schraube.

a) bis f) Röntgenaufnahmen bei der Nachuntersuchung im Juni 1968. Eine Arthrose hat sich 12 Jahre nach der PEK nicht ausgebildet.



Abb. 3a

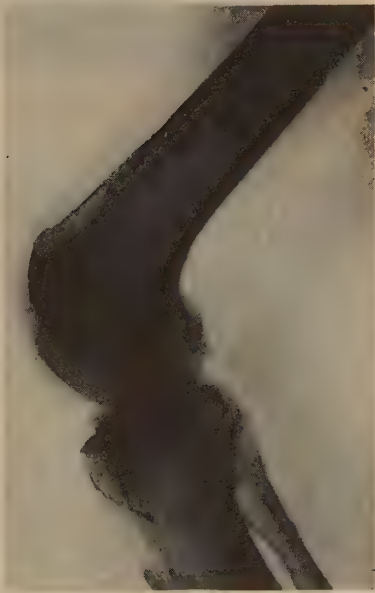


Abb. 3b



Abb. 3c



Abb. 3d



Abb. 3e



Abb. 3f

Abb. 3 : G. N., 36 Jahre. Vor 12 Jahren PEk rechts nach Trümmerfraktur. Ein Oberschenkelrollenbruch wurde verschraubt. a), b) und c) Zustand nach PEk. d), e) und f) Vergleichsaufnahmen der Gegenseite. Keine nennenswerten arthrotischen Veränderungen.

3. Abb. 4 : 1959 erlitt der damals 51jährige Hilfsarbeiter bei einem Motorradunfall eine Trümmerfraktur der Kniescheibe links. 2 Tage nach dem Unfallereignis PEk. Die Nachuntersuchung, bei der die Abb. 4 a) und b) aufgenommen wurden, war im Juli 1968. Man erkennt auf den Bildern des rechten und linken Kniegelenkes seitengleiche arthrotische Veränderungen. Zum Vergleich Abb. 4 c), die zwei Monate nach der PEk aufgenommen wurde. Schon zu dieser Zeit waren gleichgelagerte Veränderungen erkennbar.

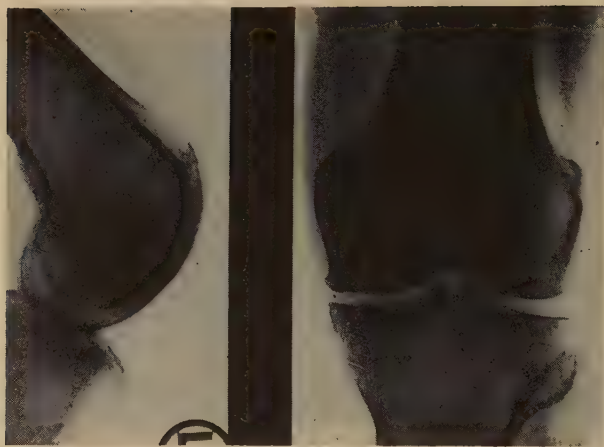


Abb. 4a

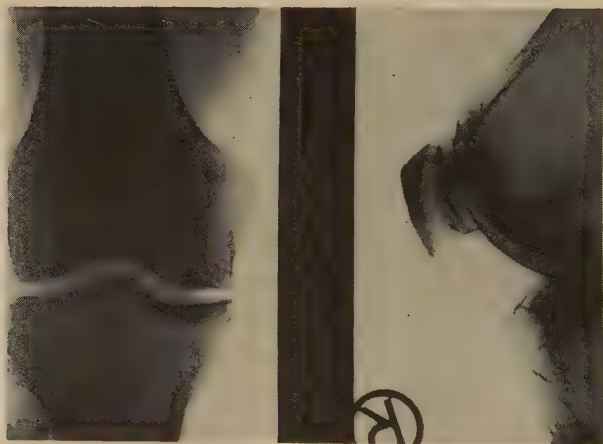


Abb. 4b



Abb. 4c

Abb. 4 : A. St., 60 Jahre. a) und b) wurden anlässlich der Nachuntersuchung aufgenommen (9 Jahre nach dem Unfallereignis). Arthrosezeichen gleicher Intensität sowohl im patellektomierten Gelenk (a) als auch im Vergleichsknie (b). c) zeigt den Zustand 2 Monate nach der PEK.

Manche Autoren (EHLERT, KÜMMERLE und WELLER, SCHULZE-WARNECKE und TERLEP) berichten über Knochenregenerate, die in einigen Fällen nach partieller und auch totaler PEK entstanden sind und teilweise Beschwerden verursacht haben.

Über kleinere Knochenregenerate in der Quadricepssehne ist in unserem Krankengut 4mal bei 9 röntgenologisch untersuchten Patienten zu berichten (Abb. 5). Diese 4 Patienten zeigen aber kein anderes funktionelles Spätergebnis als die übrigen, bei denen sich keine Verknöcherungsherde in der Quadricepssehne gebildet haben.



Abb. 5

Abb. 5 : W. N., 41 Jahre. Die axiale Aufnahme des Kniegelenkes zeigt mehrere kleine Knochenregenerate im Bereich der Quadricepssehne.

4. Berufswechsel und dauernde Minderung der Erwerbsfähigkeit

3 Patienten geben einen Berufswechsel nach der PEK an. Alle drei - ein ehemaliger Kraftfahrer, ein Monteur

und ein Schlosser - wurden Lagerarbeiter. Ihr Lebensalter betrug zur Zeit des Unfalls 25, 27 und 35 Jahre.

Ergänzend ist zu erwähnen, daß ein Patient weiterhin einen schweren LKW fährt; ein anderer ist als Waldarbeiter tätig. Das Herumlaufen auf unebenem Waldboden bereitet ihm keinerlei Schwierigkeiten. Eine Patientin ist von Beruf Serviererin. Auch ihr fällt das Laufen und Stehen nicht schwer.

3 Patienten werden mit 20 % und 1 Patient mit 30 % wohlwollend berentet. Die MdE wird hier nur dann berücksichtigt, wenn sie ausschließlich Folge der PFr und nicht schwerer Nebenverletzungen ist.

5. Sportliche Betätigung

Nur 4 Patienten treiben zur Zeit der Nachuntersuchung Sport, und zwar Tischtennis, 2mal Schwimmen und Tennis (dieser Patient fährt auch regelmäßig mit dem Fahrrad).

Nach dem Ergebnis der Untersuchung wären sicher mehr Patienten rein körperlich fähig, sich sportlich zu betätigen. Die meisten der daraufhin Angesprochenen erklärten, hierzu keine Zeit zu haben.

III. Einteilung der Behandlungsergebnisse

Um eine Übersicht zu ermöglichen, sollen alle Behandlungsergebnisse noch einmal kurz zusammengefaßt werden.

Folgende Einteilung wurde vorgenommen:

Sehr gutes Behandlungsergebnis:

normaler Gang,
kein Belastungsschmerz,
keine Bewegungseinschränkung.

Gutes Behandlungsergebnis:

Gang unauffällig bis leicht behindert,
kein Ruheschmerz,
Beugehemmung um 20° .

Mäßiges Behandlungsergebnis:

Gang behindert,
Bewegungsschmerz,
Streckhemmung um 10° ,
Beugehemmung um 45° .

Schlechtes Behandlungsergebnis:

Gang stark behindert,
Dauerschmerz,
Streckhemmung über 10° ,
Beugehemmung über 45° .

In Tab. 5 ist das Ergebnis nach diesen Kriterien zusammengestellt.

Tab. 5 : Einteilung der Behandlungsergebnisse nach PEk

Ergebnis	Anzahl der Patienten
=====	
sehr gut	2
gut	7
mäßig	2
schlecht	1

Mit einer Zusammenstellung über das Behandlungsergebnis nach allen Trümmerfrakturen der Kniescheibe, die in den Jahren 1951 bis 1967 in der Chirurgischen Universitätsklinik Gießen zur Behandlung kamen (47 Trümmerfrakturen von insgesamt 196 PFr), wird ein Vergleich verschiedener Therapiearten ermöglicht. Auch diese Ergebnisse wurden durch eigene Nachuntersuchungen bekannt.

Frakturen ohne Verwerfung und Dislokation der Fragmente und ohne Zerreißung des Reservestreckapparates wurden konservativ behandelt. Neben der PEk kamen folgende operative Methoden zur Anwendung : Cerclage, Naht durch Bohrkanäle, Cerclage und Spickung mit KIRSCHNER-Drähten und die Teilpatellektomie, die durchgeführt wurde, wenn noch ein genügend großes Fragment der Patella erhalten werden konnte.

Tab. 6 : Behandlungsergebnis von Patellatrümmerfrakturen

Therapie	Behandlungsergebnis			
	sehr gut	gut	mäßig	schlecht
=====				
10 konservativ*	-	7	3	-
40 operativ	4	15	16	5
=====				
9 Cerclage*	-	2	6	1
1 Naht durch Bohrkanäle*	-	-	1	-
3 Cerclage und Spickung mit KIRSCHNER-Drähten*	-	1	1	1
15 Teilpatellektomie*	2	5	6	2
12 Patellektomie**	2	7	2	1
=====				

* Patienten der Jahre 1951 bis 1967 (Gesamtkollektiv aller PFr 196)

** Patienten der Jahre 1956 bis 1970

Ein Patient, bei dem die Kniescheibe exstirpiert worden war, verstarb 3 Jahre nach dem Unfallereignis. Von seinen Eltern war zu erfahren, daß er von Seiten des Knies nie Beschwerden gehabt habe. Auch dieses Behandlungsergebnis ist mindestens als gut zu bezeichnen.

Wie diese Nachuntersuchungsbefunde beweisen, ist die PEk bei einem Trümmerbruch der Kniescheibe mit Verwerfung der Fragmente und Zerreißung des Reservestreckapparates durchaus gerechtfertigt. Sie schafft auf die Dauer günstigere Bedingungen als ein Zusammsetzen von Fragmenten mit zurückbleibenden Gelenkstufen.

C Experimenteller Teil

I. Methodik

Versuchstiere sind weiße weibliche Ratten zweier nicht verwandter Inzuchtstämme : " Wistar W 64 " und " Sprague Dawley W 68 ", zur Zeit der Operation 5 bis 24 Wochen alt. Bei einer Gruppe von Tieren wird die Patella einseitig extirpiert. Nach einigen Wochen wird einem Teil dieser einseitig patellektomierten Ratten auch die zweite Kniescheibe operativ entfernt.

An anderen Ratten werden freie homoiologe, isologe und autologe Transplantationen der Kniescheibe ein- und doppelseitig ausgeführt. Das Transplantat wird jeweils frisch verwendet.

Um Verwechslungen auszuschließen, sind die Versuchstiere mit Farbtupfen und Ohreinschnitten markiert. Postoperativ werden die Ratten in Einzelkäfige gesetzt, in denen sie sich frei bewegen können.

Durchschnittlich 7 bis 28 Tage postoperativ beginnt ein Lauftraining.

Nach unterschiedlicher postoperativer Lebenszeit und verschieden langem Lauftraining erfolgt die Tötung der Versuchstiere. Beide Kniegelenke der Tiere werden in 10 %iger Formalinlösung fixiert. Später erfolgt die histologische Aufarbeitung der Präparate.

II. Ausführung

1. Operation der Versuchstiere

a) Allgemeine Operationsvorbereitungen

Um möglichst aseptisch zu arbeiten, wird die gesamte Extremität vor dem Eingriff enthaart. Die Depilation erfolgt durch einen wässrigen Brei aus Bariumsulfid und Stärke. Grobes Scheren bereitet die eigentliche Enthaarung vor.

Narkotisiert werden die Tiere mit äthergetränkten Mullkompressen.

Zur Lagerung wird das Versuchstier auf dem Operationstisch mit Heftpflaster befestigt. Das zu operierende Bein ist vorher in Streckstellung auf einem Holzspatel fixiert (Abb. 6).



Abb. 6

Abb. 6 : Lagerung einer Ratte auf dem Operationstisch. Die linke hintere Extremität ist enthaart und mit Heftpflaster in Streckstellung auf einem Holzspatel befestigt. Die Ratte selbst ist mit Heftpflaster auf der Tischplatte fixiert.

Nach gründlicher Desinfektion mit Dibromol erfolgt ein Bogenschnitt an der Medianseite des Kniegelenkes. Als Nahtmaterial wird Chirurgische Seide Nr. 0000 in atraumatischer Technik verwendet.

b) Patellektomie

Nach dem Hautschnitt (Abb. 7a) werden das Lig. patellae und die Quadricepssehne aufgesucht. Danach erfolgt die Anschlingung dieser Bänder mit Haltefäden (Abb. 7b). Abb. 7c zeigt die nach cranial umgeschlagene Kniescheibe nach Durchtrennung des Lig. patellae. Die Gelenkrolle des Femur ist freigelegt. Anschließend wird auch die Quadricepssehne durchschnitten und die aus ihren Befestigungen gelöste Kniescheibe entfernt.

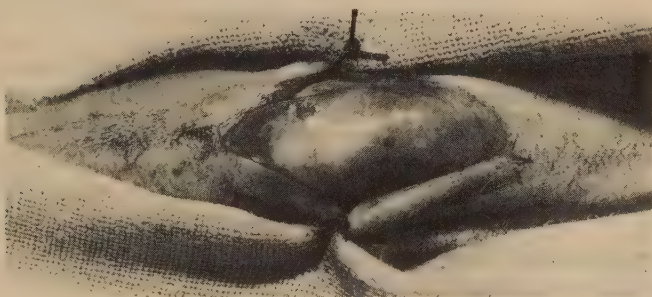


Abb. 7a



Abb. 7b

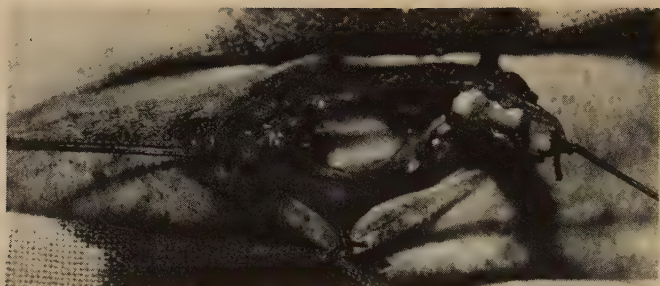


Abb. 7c

Abb. 7 : Patellektomie: a) Nach dem Hautschnitt liegt die oberflächliche Fascie frei. Es folgt die Anschlingung der Quadricepssehne und des Lig. patellae mit Haltefäden (b). Das Lig. patellae wird durchtrennt und die Kniescheibe nach cranial umgeschlagen (c).

Die Verbindung zwischen Lig. patellae und Quadricepssehne wird End-zu-End sorgfältig durch direkte Naht der Stümpfe wiederhergestellt. Nach schichtweiser Naht der Muskulatur und oberflächlichen Fascie erfolgt eine fortlaufende Naht der Hautwunde, die mit einem Wundspray versorgt wird.

5 Wistar - Ratten werden im Alter von 5 Wochen und 5 Sprague - Dawley - Ratten im Alter von 8 Wochen einseitig patellektomiert. 19 Wochen nach der ersten PEk werden bei 3 Wistar - Ratten auch die anderen Kniescheiben entfernt. Die Überlebenszeit beträgt bei den einseitig patellektomierten Tieren 5 bis 24 Wochen und bei den doppelseitig patellektomierten 26 Wochen.

c) Transplantation der Patella

Zwei Tiere, die für eine Kreuztransplantation der Kniescheibe vorgesehen sind, werden nebeneinander auf den Operationstisch gelegt. Die einzelnen Operationsschritte verlaufen bei beiden Tieren parallel.

Die Kniescheibe wird zunächst, wie bei der PEk beschrieben, freigelegt. Dabei soll möglichst viel vom Lig. patellae und der Quadricepssehne an der Patella belassen werden. An zwei Haltefäden fixiert, werden die Kniescheiben zwischen zwei Tieren ausgewechselt. Dann wird die jeweils transplantierte Patella gelenkgerecht eingenäht. Der Wundschluß wird wie bei der PEk vorgenommen.

Es werden bei 2 Tieren autologe (bei ein- und demselben Tier werden die rechte und linke Kniescheibe vertauscht), 2 isologe (zwischen Ratten eines Inzuchtstammes) und 7 homoiologe Transplantationen (zwischen Ratten zweier verschiedener Stämme) ausgeführt.

2. Lauftraining

Um eine kontrollierbare funktionelle Beanspruchung der operierten Gelenke zu erzielen, wird ein Laufkäfig konstruiert (Abb. 8), der mittels eines Elektromotors auf eine konstante Umdrehungsgeschwindigkeit gebracht werden kann. Die Trommel hat einen Durchmesser von 100 cm und eine Tiefe von 40 cm. Eine Laufzeit von 5 Minuten entspricht einer zurückgelegten Strecke von etwa 20 Metern.



Abb. 8a



Abb. 8b

Abb. 8 : Bewegungskäfig: a) Ansicht von vorn. Antrieb
mittels Elektromotor (b).

Das Lauftraining wird täglich durchgeführt und allmählich gesteigert, bis eine Strecke von ungefähr 180 Metern pro Tag (etwa 45 Minuten Laufzeit) erreicht ist.

Betont werden muß, daß dieses Training eine zusätzliche Belastung bedeutet, denn in ihren Einzelkäfigen können sich die Versuchstiere ungehindert bewegen.

3. Histologische Untersuchung

Alle Kniegelenke werden in 10 %iger Formalinlösung fixiert. Nach Paraffineinbettung erfolgt die Herstellung von Serienschnitten.

Von jedem Präparat werden Schnitte nach folgenden Methoden gefärbt: Azan, van Gieson und Goldner.

4. Komplikationen

Bei 3 patellektomierten Tieren bilden sich 2, 4 und 12 Wochen postoperativ im Bereich der Narbe eiternde Fisteln, die bei 2 Tieren nach 5 bzw. 12 Tagen abheilen. Anschließend nehmen diese Tiere wieder am normalen Lauftraining teil. Bei einem Versuchstier, das dann am Lauftraining nicht mehr beteiligt wird, bleibt die Eiterung bestehen.

III. Ergebnisse

1. Patellektomie

a) Einseitige Patellektomie

7 Ratten werden einseitig patellektomiert. Tab. 7 gibt eine Zusammenstellung der Überlebenszeit nach der Operation, der Laufzeit und -strecke und der klinischen Befunde.

Bei einem Tier (Tab. 7, Nr. 2) bildet sich im operierten Gelenk eine Eiterung, die nach außen durchbricht. Diese Fistel bleibt bis zuletzt bestehen. Das Tier nimmt anschließend am Lauftraining nicht mehr teil.

Mikroskopisch nur noch Restgelenkspalt, Narbenplatte und abgekammertes Empyem erkennbar. Gelenkknorpel von Femur und Tibia total, angrenzender Knochen zum Teil zerstört (Abb. 9). Im Knochen von Femur und Tibia Eiterherde. Epiphysenfugen zum Teil mit polymorphkernigen Leukocyten erfüllt. Gelenkknorpelschicht von Femur und Tibia des nichtoperierten Gelenkes dieses Tieres unterschiedlich stark. Vereinzelt Knorpelregeneration. Gelenkspalt frei.

Die beiden anderen Versuchstiere, deren Präparate ausgewertet werden (Tab. 7, Nr. 1 und 6), überleben 5 bzw. 23 Wochen.

Bei dem nach 5 Wochen getöteten Versuchstier (Tab. 7, Nr. 1) ist das nichtoperierte Gelenk ohne pathologische Veränderungen. Im patellektomierten Knie ausgedehnte Knorpeldefekte an der Gelenkfläche der

Tab. 7 : Einseitig patellektomierte Versuchstiere

Nr.	Überlebens- zeit (Wochen)	Lauftraining Strecke (Meter) (Wochen)	Streck- hemmung	Hinken ja / nein
1	5	1 300	10°	nein
2	21	7 000	110°	ja
3	21	13 500	5°	nein
4	21	13 900	85°	ja
5	21	13 900	10°	nein
6	23	14 100	25°	nein
7	24	14 300	5°	nein

Oberschenkelrolle und des Schienbeinkopfes. Knochen zum Gelenkspalt hin teils freiliegend. Randwülste an Femur und Tibia (Abb. 10).

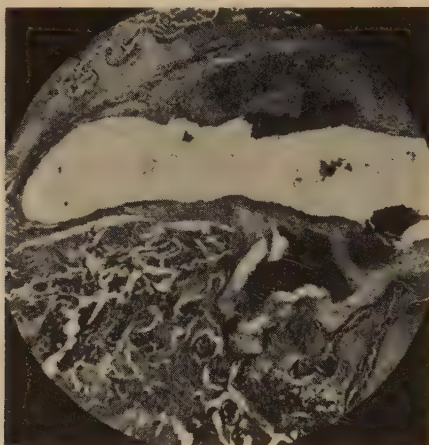


Abb. 9 : PEK, Tötung nach 21 Wo., Laufstrecke 7 000 m, (Tab. 7, Nr. 2). Gelenkspalt (G) mit abgekammertem Empyem (E). Gelenkknorpel von Oberschenkelrolle (O) und Schienbeinkopf (S) zerstört. Polymorphkernige Leukozyten (L) in der Epiphysenfuge des Schienbeinkopfes. 21 x, Azan



Abb. 10a



Abb. 10b

Abb. 10 : PEK, Tötung nach 5 Wo., Laufstrecke 1 300 m, (Tab. 7, Nr. 1).

a) Randwulst (R) an der Oberschenkelrolle (O); Schienbeinkopf (S); Gelenkspalt (G b) Gelenkspalt (G); ausgedehnte Knorpeldefekte an der Gelenkfläche von Oberschenkelrolle (O) und Schienbeinkopf (S). Teilweise Knochen (K) zum Gelenkspalt hin ohne Knorpelüberzug.

Nach 23 Wochen (Tab. 7, Nr. 6) Teilzerstörung der Knorpelgelenkfläche des Femur, fehlender Gelenkknorpel am Schienbeinkopf im nichtoperierten Gelenk;

dieses Tieres Gelenkspalt mit fibrösem Gewebe erfüllt. Normaler Knorpelbelag der Tibia zeigt Übergehen in Fasernknorpel (Abb. 12).

Oberfläche des Schienbeinkopfes. Knochen zum Gelenkspalt hin teils freiliegend. Randwülste an Femur und Tibia (Abb. 10).

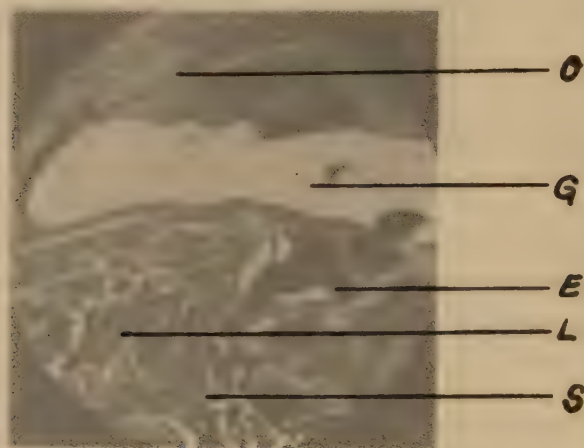


Abb. 10. Tötung nach 21 Wo., Laufstrecke 7 000 m, (Tab. 7, Nr. 2). Gelenkspalt (G) mit abgekammertem Emyem (E). Gelenkknorpel von Oberschenkelrolle (O) und Schienbeinkopf (S) zerstört. Polymorphkernige Leukozyten (L) in der Epiphysenfuge des Schienbeinkopfes.

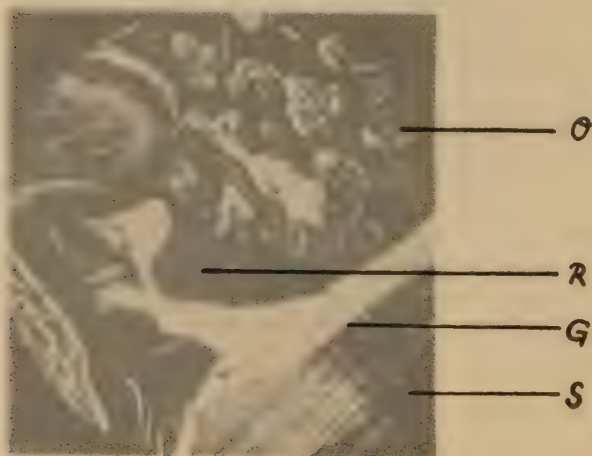


Abb. 10a

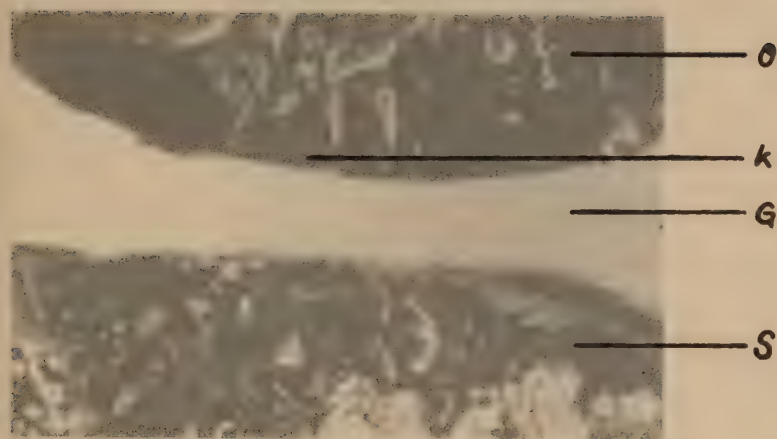


Abb. 10b

Abb. 10 : PEK, Tötung nach 5 Wo., Laufstrecke 1 300 m,
(Tab. 7, Nr. 1).
a) Randwulst (R) an der Oberschenkelrolle
(O); Schienbeinkopf (S); Gelenkspalt (G).
b) Gelenkspalt (G); ausgedehnte Knorpeldefekte
an der Gelenkfläche von Oberschenkelrolle
(O) und Schienbeinkopf (S). Teilweise
Knochen (K) zum Gelenkspalt hin ohne
Knorpelüberzug.
a) 21 x, Azan; b) 40 x, Azan

Nach 23 Wochen (Tab. 7, Nr. 6) Teilzerstörung der
Knorpelgelenkflächen, fehlender Gelenkknorpel
am Schienbeinkopf im nichtoperierten Gelenk;
Knorpelabrieb (Abb. 11). Im patellektomierten Gelenk
dieses Tieres Gelenkspalt mit fibrösem Gewebe erfüllt.
Normaler Knorpelbelag der Tibia zeigt Übergehen in
Faserknorpel (Abb. 12).

Oberfläche des Schienbeinkopfes. Knochen
zum Gelenk hin freiliegend. Randwülste
an 0 (Abb. 10).

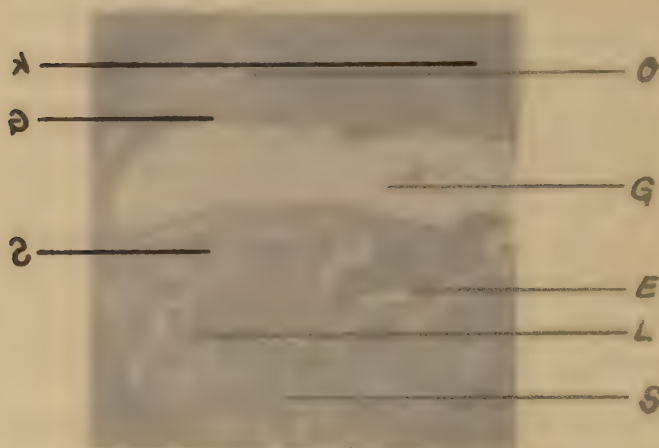


Abb. 11 (G) mit
Gelenkknorpel
und Schienbein-
kopf. Polsterkörnige Leuko-
zyten im Gelenkraum des Schien-



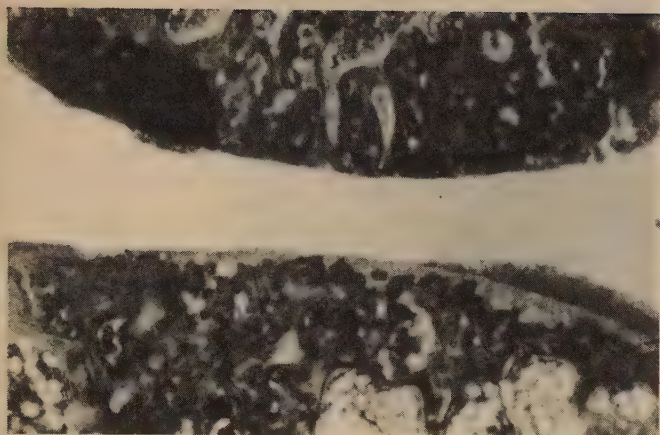


Abb. 10b

Abb. 10 : PEK, Tötung nach 5 Wo., Laufstrecke 1 300 m,
 (Tab. 7, Nr. 1).
 a) Randwulst (R) an der Oberschenkelrolle
 (O); Schienbeinkopf (S); Gelenkspalt (G).
 b) Gelenkspalt (G); ausgedehnte Knorpeldefekte
 an der Gelenkfläche von Oberschenkelrolle (O)
 und Schienbeinkopf (S). Teilweise Knochen (K)
 zum Gelenkspalt hin ohne Knorpelüberzug.
 a) 21 x, Azan; b) 40 x, Azan

Nach 23 Wochen (Tab. 7, Nr. 6) Teilzerstörung der
 Knorpelgelenkfläche des Femur, fehlender Gelenkknorpel
 am Schienbeinkopf im nichtoperierten Gelenk;
 Knorpelabrieb (Abb. 11). Im patellektomierten Gelenk
 dieses Tieres Gelenkspalt mit fibrösem Gewebe erfüllt.
 Normaler Knorpelbelag der Tibia zeigt Übergehen in
 Fasernknorpel (Abb. 12).



Abb. 11 : Nichtoperiertes Gelenk, Laufstrecke 14 100 m, (Tab. 7, Nr. 6). Zum Gelenk hin freiliegender Knochen (K) des Schienbeinkopfes (S). Teilzerstörung des Gelenkknorpels der Oberschenkelrolle (O); Knorpelabrieb. 21 x, Azan

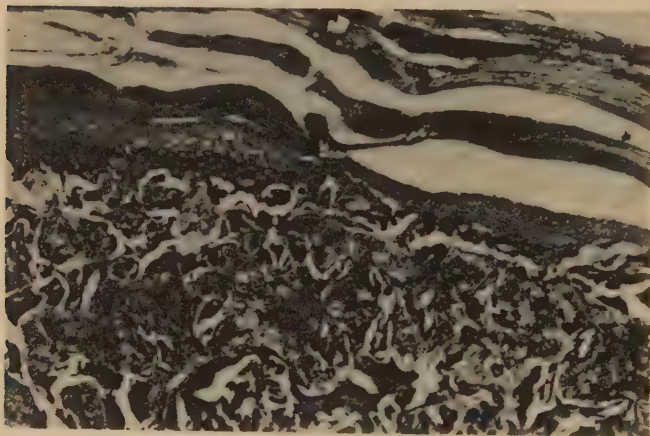


Abb. 12 : PEk, Tötung nach 23 Wo., Laufstrecke 14 100 m, (Tab. 7, Nr. 6). Normaler Knorpelbelag (Kn) des Schienbeinkopfes (S) geht in Faserknorpel (F) über. Bindegewebe (B) im Gelenkspalt. 40 x, Azan

In den patellektomierten Kniegelenken entstanden schon nach 5 Wochen und einer Laufstrecke von 1 300 m Arthrosen. Aber auch das nichtoperierte Gelenk der gleichen Tiere zeigte nach längerer Überlebenszeit Abnutzungszeichen. Bei der Beurteilung dieser Gelenknorpelveränderungen muß berücksichtigt werden, daß die Tiere beträchtliche Strecken im Laufkäfig zurücklegten. Dieses Lauftraining ist offensichtlich eine hohe Gelenkbelastung, da sich Ratten in ihren Käfigen sonst wenig bewegen.

Eine Streckhemmung bis etwa 50° tritt im Laufbild nicht in Erscheinung, da Ratten zum Laufen die Hinterbeine nicht voll durchstrecken. Man bemerkt eine Streckhemmung solchen Ausmaßes klinisch lediglich daran, daß die Versuchstiere, wenn sie sich am Drahtgitter ihres Käfigs aufstellen, nicht mit beiden Hinterbeinen den Boden berühren, sondern ein Bein leicht gebeugt halten.

b) Doppelseitige Patellektomie

19 Wochen nach einseitiger PEk rechts werden 3 Versuchstieren die linken Kniescheiben exstirpiert. Die Tötung erfolgt nach weiteren 7 Wochen.

Über Lauftraining, Beweglichkeit der Kniegelenke und Laufbild orientiert Tab. 8. Keine Ratte zeigt ein vom Normalen abweichendes Laufen.

Mikroskopisch bieten bei zwei Tieren (Tab. 8, Nr. 1 u. 3) die rechten Kniegelenke ein normales Bild.

Im rechten Kniegelenk eines anderen Tieres (Tab. 8,

Tab. 8 : Beidseitig patellektomierte Versuchstiere

Nr.	PKe li.... Wochen nach PKe re.	überle- benszeit (Wochen)	Lauftraining Strecke (Meter)	Zeit (Wochen)	Streck- hemmung re. li.	Hinken ja / nein
1	19	26	9 500	23	45° 15°	nein
2	19	26	10 300	23	10° 20°	nein
3	19	26	10 500	23	- 30°	nein

PKe = Patellektomie

I

Nr. 2) Gelenkspalt mit gefäßhaltigem Bindegewebe erfüllt. Teilzerstörung des Gelenkknorpels, der sich schichtweise vom darunterliegenden Knochen abhebt.

Bei der histologischen Untersuchung der linken Kniegelenke, die 19 Wochen später als rechts patellectomiert werden, findet sich zweimal ein Emyem (Tab. 8, Nr. 2 und 3) und einmal ein blutiges Exsudat in einem vorderen mit dem Gelenk in Verbindung stehenden Rezessus. Gelenkspalt von Bindegewebe ausgefüllt, Gelenkknorpeldefekte, Faserknorpelbildung und Haufenregenerate des Gelenkknorpels (Abb. 13).

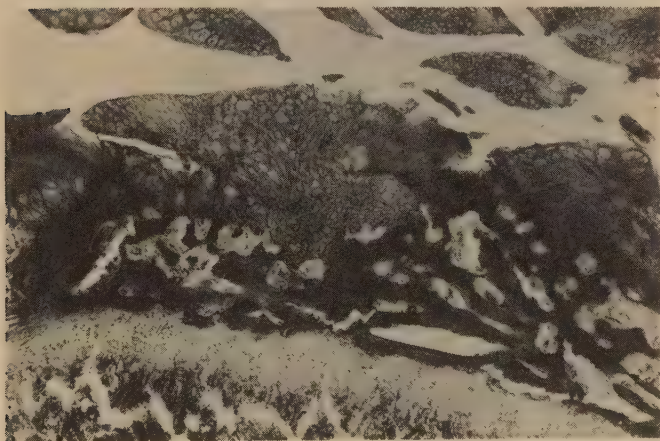


Abb. 13a

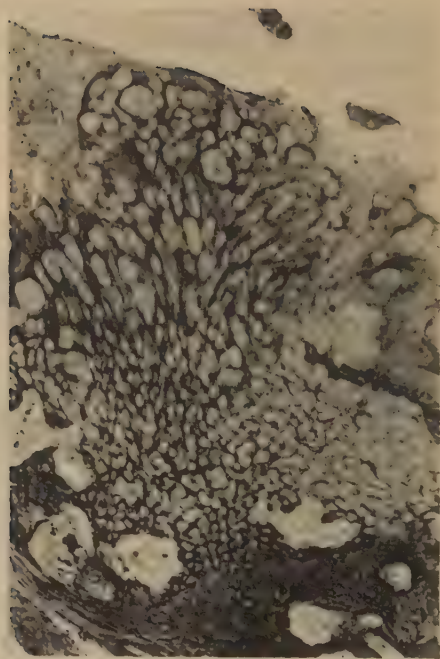


Abb. 13b

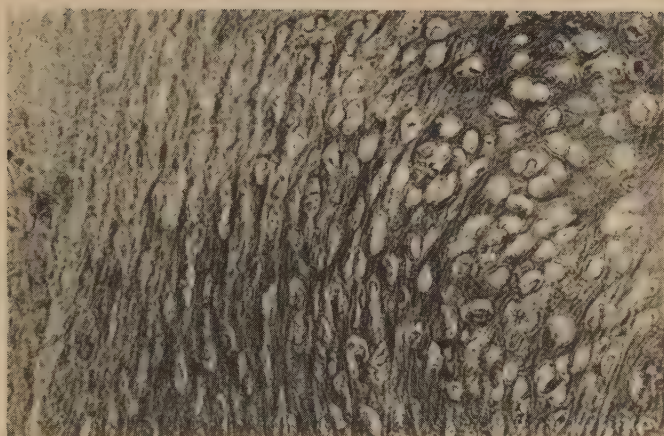


Abb. 13c

Abb. 13 : PEk li., (Tab. 8, Nr. 1).

- a) Haufenregenerat (H) aus Faserknorpel auf der Gelenkfläche der Tibia. Daneben Bindegewebe.
- b) Haufenregenerat aus Faserknorpel.
- c) Haufenregenerat aus Faserknorpel.
- a) 40 x, Azan
- b) 100 x, Azan
- c) 250 x, Azan

Nach PEk und längerdauernder Belastung im Laufkäfig entstanden Arthrosen. Die Befunde nach doppelseitiger zeigen keine Abweichungen gegenüber denen nach einseitiger PEk. Nur einzelne Kniegelenke bieten ein normales Bild (bis zu 26 Wochen Überlebenszeit und Lauftraining bis 10 500 m).

2. Transplantation der Patella

a) Einseitige homoiologe Transplantation

Eine homoiologe Transplantation der linken Kniescheibe wird an 7 Ratten ausgeführt. Dabei gehören Spender und Empfänger zwei verschiedenen Inzuchtstämmen an.

In Tab. 9 sind Überlebenszeit, Lauftraining, klinisches Verhalten und Auffindbarkeit der transplantierten Kniescheibe im histologischen Präparat zusammengestellt.

5mal ist bei mikroskopischer Untersuchung der nicht operierten Kniegelenke ein völlig intaktes Gelenk zu erkennen; Gelenkknorpelüberzug an Femur, Tibia und Patella intakt, jedoch an einigen Stellen Haufenregenerate (Abb. 14). Gelenkspalt frei. Gelenkknorpel eines nichtoperierten Kniegelenkes (Tab. 9, Nr. 1) teils nekrotisch und ungleich stark, Gelenkknorpel eines anderen Kniegelenkes (Tab. 9, Nr. 7) unregelmäßig aufgebaut.

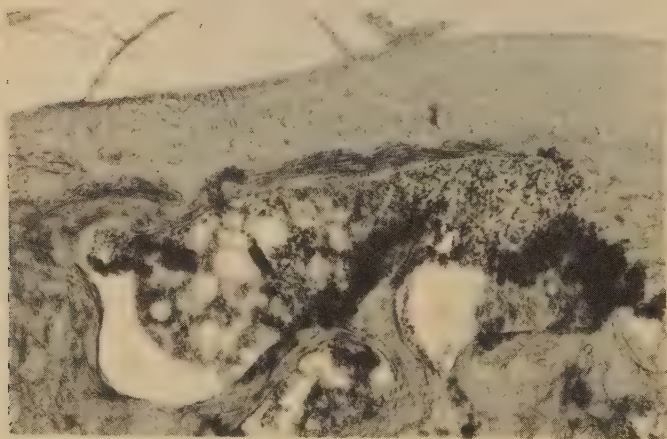


Abb. 14 : Nichtoperiertes Gelenk (Tab. 9, Nr. 5).
Gelenkknorpelüberzug (Kn) der Oberschenkel-
rolle (O) intakt, aber Haufenregenerate
(H).
100 x, Goldner

Tab. 9 : Ergebnisse nach einseitiger homoiologer Patellatransplantation

Nr.	Überlebenszeit (Wochen)	Lauftraining Strecke (Meter)	Zeit (Wochen)	Streck- hemmung	Hinken ja / nein	Patella identifi- zierbar ja / nein
1	10	3 500	7	-	nein	nein
2	10	3 500	7	25°	nein	ja
3	10	3 500	7	-	nein	ja
4	10	3 500	7	10°	nein	ja
5	13	3 300	7	10°	nein	ja
6	17	9 000	13	35°	nein	ja
7	17	9 000	13	15°	nein	ja

6 von 7 transplantierten Kniescheiben sind histologisch identifizierbar.

Nach 10 Wochen Reste der transplantierten homoiologen Kniescheibe insgesamt von Bindegewebe umgeben. Einmal Kniescheibe mit vorderer Femurfläche synostotisch verwachsen. Gewebe der überpflanzten Kniescheibe nekrotisch. Resorption der Knochensubstanz. Rundzelleninfiltration im Sinne der Transplantations-Immunität (Abb. 15).

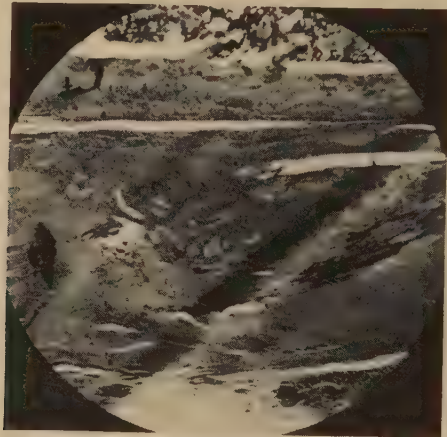


Abb. 15a

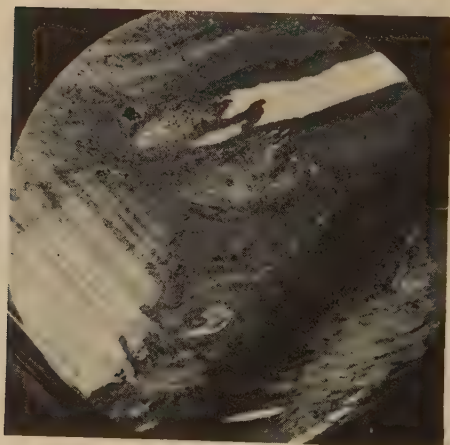




Abb. 15c

Abb. 15 : Homoiologe Transplantation, Tötung 10 Wo. nach der Operation (Tab. 9, Nr. 2).

- a) Reste der überpflanzten Kniescheibe; deren Gewebe nekrotisch, ohne Zeichen einer Regeneration. Zum Vergleich Abb. 16.
 - b) Rundzelleninfiltrate (I) im Sinne der Transplantations-Immunität.
 - c) Resorptionszysten (Z) im Markbereich.
- a) 21 x, Goldner; b) 60 x, Goldner;
c) 100 x, Goldner

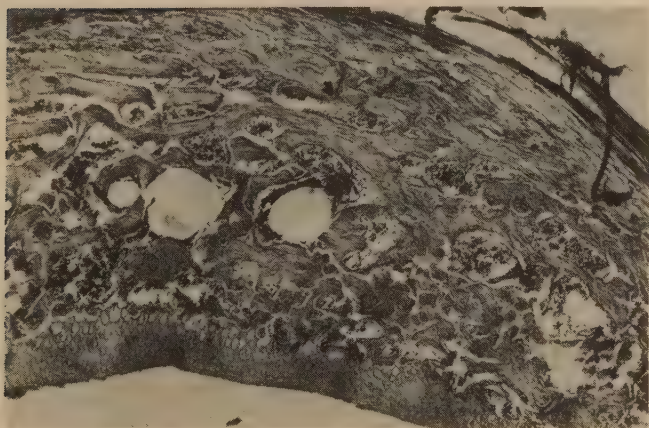


Abb. 16 : Unveränderte Patella einer 5 Wochen alten Ratte. Hyaliner Gelenkknorpel (Kn).
40 x, Goldner

13 Wochen nach der Verpflanzung ist die Kniescheibe von Bindegewebe eingebettet und bindegewebig mit der Femurrolle verwachsen. Patellaknochen nekrotisiert, Resorptionszysten, bindegewebige Organisation des Knochenmarkes. Die meisten Osteozytenhöhlen sind leer. Wenige regenerierte Osteoblasten. Lediglich der Knorpel meist noch gut zu erkennen (Abb. 17).



Abb. 17 : Homoiologe Transplantation, Tötung 13 Wo. nach der Operation, (Tab. 9, Nr. 5). Überpflanzte Kniescheibe von Bindegewebe (B) eingebettet. Resorptionszysten (Z). Bindegewebige Organisation des Markes (Bo). Leere Osteozytenhöhlen (Oh). Einige Osteoblasten (Ob). Zum Vergleich Abb. 16.
100 x, Goldner

17 Wochen nach der Operation im Mark der transplantierten Kniescheibe mehrere Osteoblasten in unmittelbarer Umgebung der Kapillaren (Tab. 9, Nr. 6 u. 7). Ganz vereinzelt wiederbelebte Osteone. Knochen weitgehend nekrotisch, in Auflösung begriffen. Auskleidung der Markräume mit Bindegewebe. Haufenregenerate des Kniescheibenknorpels (Abb. 18).



Abb. 18 : Homoiologe Transplantation, Tötung 17 Wo. nach der Operation, (Tab. 9, Nr. 6). Reste der überpflanzten Kniescheibe. Haufenregenerate des Kniescheibenknorpels (H). Weitgehende Zerstörung der knöchernen Substanz, Resorptionszysten (Z) und Auskleidung der Markräume mit Bindegewebe (B). Zum Vergleich Abb. 16.
40 x, Goldner

In 7 Fällen ist der Gelenkspalt frei von Bindegewebe.

4mal an Femur und Tibia normaler Gelenkknorpel.

Bei 3 Gelenken (nach 10, 13 und 17 Wochen Überlebens-

zeit) ist der Knorpelüberzug von Oberschenkelknochen und Schienbeinkopf durch Gewebsuntergang oder Vermehrung der Knorpelzellen unterschiedlich dick. Knorpeldefekte sind zu erkennen, die teilweise mit Bindegewebe ausgefüllt sind. An einigen Stellen ist Faserknorpelbildung erfolgt.

Zusammenfassend zeigte sich, daß die transplantierte homoiologe Patella eine Zeitlang normale Funktionen übernehmen kann.

b) Einseitige isologe Transplantation

An 2 Versuchstieren wird eine isologe Transplantation durchgeführt. Einen Überblick über die klinischen Ergebnisse dieser Transplantationen gibt Tab. 10.

Das nichtoperierte Gelenk des Versuchstieres Nr. 2 in Tab. 10 zeigt mikroskopisch ein normales Bild. Auf der operierten Seite ist die transplantierte Patella trotz sorgfältiger Musterung von Serienschnitten nicht aufgefunden worden. Gelenkspalt mit gefäßhaltigem Bindegewebe erfüllt. Hyaliner Gelenkknorpel von Femur und Tibia nicht mehr nachweisbar, dagegen unregelmäßig angeordneter Faserknorpel.

Der Knochen der überpflanzten Kniescheibe wird letztendlich sowohl bei der isologen als auch der homoiologen Transplantation zerstört, weil die Ernährung auf lange Zeit fehlt. In beiden Fällen entsteht ein bindegewebiger Ersatz.

Tab. 10 : Ergebnisse nach einseitiger isologer Patellatransplantation

Nr.	Überlebenszeit (Wochen)	Lauftraining Strecke (Meter)	Zeit (Wochen)	Streckhemmung	Hinken ja / nein	Patella zertifizierbar ja / nein
1	17	8 500	13	25°	nein	nein
2	18	9 000	13	25°	nein	nein

Tab. 11 : Doppelseitige autoplastische Patellatransplantation

Nr.	Überlebenszeit (Wochen)	Lauftraining Strecke (Meter)	Zeit (Wochen)	Streckhemmung re. li.	Hinken ja / nein	Patella zertifizierbar ja / nein re. li.
1	9	3 000	5	15° 35°	nein	nein nein
2	10	3 600	6	- 10°	nein	ja ja

c) Doppelseitige autologe Transplantation

Bei zwei Tieren wird eine doppelseitige autologe Patellatransplantation ausgeführt. Tab. 11 zeigt eine Zusammenfassung dieser Versuche.

Knochen der transplantierten Kniescheibe, die bei einem Tier noch relativ gut erhalten ist, überwiegend nekrotisch. Blutbildendes Knochenmark wiederhergestellt. Ausgeprägte Vaskularisation, Osteoblasten und vereinzelt teilweise regenerierter Knochen. Der Gelenkknorpel der verpflanzten Kniescheibe ist normal erhalten. Das Femuro-Patellargelenk ist frei (Abb. 19).

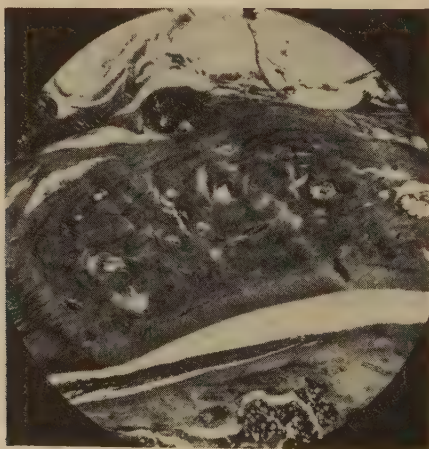


Abb. 19a

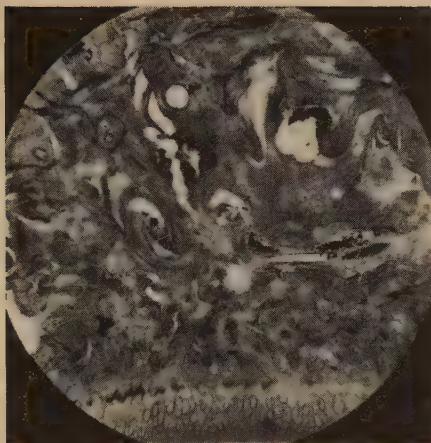


Abb. 19b

Abb. 19 : Autologe Transplantation, Tötung 10 Wo. nach der Operation, (Tab. 11, Nr. 2). Überpflanzte Kniescheibe noch gut erhalten, jedoch Knochen überwiegend nekrotisch. Osteoblasten (Ob) und teilweise regenerierter Knochen (K). Gelenknorpel (Kn) ohne Defekte. Quergeschnittenes Nahtmaterial (N). Zum Vergleich Abb. 16.
a) 21 x, Goldner; b) 60 x, Goldner

Zeichen von Knochenneubildung sind bei autologer Patellatransplantation schon nach 10 Wochen erkennbar. Dagegen traten bei homoiologen Verpflanzungen Osteoblasten erst 13 Wochen post operationem auf.

3. Zusammenfassung des experimentellen Teils

Es wurden bei Ratten PEK und freie homoiologe, isologe und autologe Transplantationen der Kniescheibe ein-

und doppelseitig mit anschließendem Lauftraining durchgeführt. Nach unterschiedlicher Überlebenszeit wurden die Tiere getötet und die Kniegelenke zur mikroskopischen Untersuchung histologisch aufgearbeitet.

In den patellektomierten Kniegelenken entstanden schon nach der relativ kurzen Überlebenszeit von 5 Wochen und nach unterschiedlicher Belastung Arthrosen. Die nichtoperierten Gelenke derselben Tiere zeigten erst nach längerer Überlebenszeit arthrotische Veränderungen. Berücksichtigt werden muß, daß die Tiere im Laufkäfig Strecken von 1 300 bis 14 300 m zurücklegten.

Auch nach doppelseitigen PEk bildeten sich Kniegelenk-arthrosen. Nur einzelne Kniegelenke zeigten nach PEk keine arthrotischen Veränderungen.

Die meisten Tiere bewegten sich beim Lauftraining normal. Zweimal konnte ein hinkender Gang beobachtet werden. Eine Streckhemmung geringeren Ausmaßes war bei fast allen operierten Gelenken meßbar.

7mal wurde eine homoiologe Transplantation ausgeführt. Nach 10 bis 17 Wochen wurden 6 transplantierte Kniescheiben identifiziert. Der überpflanzte Knochen war nekrotisch geworden. Trotz vorhandener Vaskularisation war nach 10 Wochen noch keine Knochenregeneration, jedoch Rundzelleninfiltration im Sinne der Transplantations-Immunität nachweisbar. 13 Wochen nach der Transplantation waren vereinzelt Osteoblasten nachzuweisen, mehrere Osteoblasten erst nach 17 Wochen. Es zeigte sich, daß die transplantierte Patella für eine Zeitlang normale Funktionen übernehmen kann. Arthrosen

waren aber in Kniegelenken nach Transplantationen häufiger nachzuweisen als in den Vergleichsgelenken.

An 2 Tieren wurde eine isologe Transplantation durchgeführt. Die transplantierte Patella war nicht zu identifizieren, aber ein stark arthrotisches Kniegelenk.

4mal wurden an 2 Tieren autologe Transplantationen ausgeführt. Die transplantierte Patella war identifizierbar, Osteoblasten am Rande neugebildeter Kapillaren und an manchen Stellen teilweise regenerierter Knochen waren bei fehlenden arthrotischen Veränderungen zu erkennen.

Während nach homoiologen Transplantationen einige Osteoblasten erst nach 13 Wochen nachweisbar sind, können Zeichen von Knochenneubildung bei autologer Verpflanzung schon nach 10 Wochen erkannt werden.

D Diskussion

Eine Indikation zur operativen Therapie von Kniescheibenbrüchen ist dann gegeben, wenn auch der Reservestreckapparat zerrissen ist; d. h. wenn eine Dislokation der Fragmente besteht. Bei Trümmerfrakturen entstehen Verwerfungen der Gelenkflächen durch verlagerte Bruchstücke. Unter solchen Bedingungen gelingt es kaum, die Kniescheibe ohne Stufenbildung wiederherzustellen.

Eigene Nachuntersuchungen von Patienten, denen wegen Trümmerfrakturen die Kniescheibe exstirpiert wurde, ergaben vorwiegend gute funktionelle Ergebnisse. Beim Vergleich aller Behandlungsmethoden der Kniescheiben-trümmerbrüche (Tab. 6), die an der Chirurgischen Universitätsklinik Gießen von 1951 bis 1970 zur Anwendung kamen, zeigt es sich, daß die PEK gute Ergebnisse erbrachte.

Andere Vorteile der PEK gegenüber Osteosyntheseverfahren sind:

1. Die Vermeidung von Stufenbildungen an der Kniescheibengelenkfläche mit konsekutiver Arthrose.
2. Pseudarthrosenbildungen und sogenannte Refrakturen sind unmöglich.
3. Verhinderung von Komplikationen, die durch Osteosynthesematerial bedingt sind (Metallbruch, Durchspießung der Haut).
4. Ersparung einer Zweitoperation zur Entfernung von Osteosynthesematerial.

DE PALMA, FÜRMAIER und WEHNER schlossen aus Tierversuchen, daß die PEK die Entstehung einer Arthrosis deformans begünstige. Durch eigene Nachuntersuchungen konnte gezeigt werden, daß dies für den Menschen nicht in dem Maße zutrifft. Aus diesem Grunde wurden Versuche an Ratten durchgeführt, die die Ergebnisse von DE PALMA, FÜRMAIER und WEHNER bestätigten. Auch wir sahen bei Ratten nach PEK und intensivem Lauftraining Arthrosen. Aber auch die nichtoperierten Gelenke der Versuchstiere zeigten Abnutzungserscheinungen. Diese lassen sich aber darauf zurückführen, daß die Tiere durch das Lauftraining in einem unphysiologischen Ausmaß belastet wurden.

Trotz guter funktioneller Ergebnisse nach PEK am Menschen hinterläßt die Exstirpation der Kniescheibe einen Defekt und führt zur Verkleinerung des Drehmomentes der Vastusmuskulatur im Kniegelenk. Deshalb erhebt sich die Frage, ob ein plastischer Ersatz der Kniescheibe möglich und sinnvoll ist.

SAMOYLOV beschreibt eine Alloplastik der Patella, die zu guten funktionellen Ergebnissen geführt hat.

Eine andere Möglichkeit des Ersatzes ergibt sich durch Transplantationen, die in eigenen Experimenten an Ratten durchgeführt wurden. Die histologische Untersuchung ergab aber, daß die verpflanzten Kniescheiben bindegewebig einwachsen. Der Knochen wird nekrotisch. Bei autoplastischen Implantaten kommt es früher zur Regeneration als bei homoiologen. Allerdings kann die übertragene Kniescheibe ihre Funktion trotzdem nur über einen beschränkten Zeitraum erfüllen. Eine beginnende, für die Formerhaltung der Patella nicht ausreichende Regeneration des zuerst zugrundegehenden

knöchernen Anteils ist nach 4 - 5 Monaten erkennbar.

Arthrotische Veränderungen waren in operierten Kniegelenken häufiger als bei gleich belasteten Vergleichsgelenken zu beobachten.

Obgleich sich nach den vorliegenden Untersuchungen der Tierexperimente hinsichtlich des Verschleißes patellektomierter Gelenke kein für menschliche Behandlungsfälle bindender Vergleich ergeben hat und klinische PEk mit Recht empfohlen werden können, haben gerade die tierexperimentellen isologen, autologen und homoiologen Kniescheibenverpflanzungen die Grenzen der Transplantationsmöglichkeiten von Gelenkteilen, mit denen sich schon G. AXHAUSEN befaßte, erneut aufgezeigt.

E Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit berichtet über Untersuchungsergebnisse nach PEk wegen Trümmerfrakturen und über Experimente an Ratten, an denen Kniescheibenexstirpationen und -transplantationen durchgeführt wurden.

Bei 17 Patienten (14 Männer, 3 Frauen) wurde in den Jahren 1956 bis 1970 in der Chirurgischen Universitätsklinik Gießen eine einseitige PEk nach Trümmerfraktur vorgenommen. Die meisten Kniescheibenbrüche entstanden bei Verkehrsunfällen. Die Nachuntersuchungen erfolgten 6 Monate bis 13 Jahre nach der PEk.

11 Patienten wurden nachuntersucht, 2 Patienten füllten einen Fragebogen aus und über das Schicksal eines Patienten wurde eine Kollegin befragt. Zwei von den untersuchten Patienten sind Sonderfälle (Verschädigungen).

Es folgt die Darstellung der Untersuchungsergebnisse. 3 Patienten hatten zur Zeit der Nachuntersuchung wegen ihres Kniescheibenbruches den Beruf gewechselt. 4 Patienten trieben zum oben genannten Zeitpunkt Sport. Bei 9 geröntgten Verletzten findet sich nur einmal im patellektomierten Kniegelenk ausgeprägter Verschleiß als auf der nichtoperierten Seite.

Nach klinischen Kriterien wird eine Einteilung der Behandlungsergebnisse zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung vorgenommen. Bei 12 Patienten wird 2mal ein sehr gutes, 7mal ein gutes, 2mal ein mäßiges und nur 1mal ein schlechtes Ergebnis ermittelt. Den Nachunter-

suchungsergebnissen nach PEK werden die Spätergebnisse der Behandlung von Kniescheibentrümmerbrüchen nach anderen Methoden (10mal konservativ, 9mal Cerclage, 1mal Naht durch Bohrkanäle, 3mal Cerclage und Spickung mit KIRSCHNER-Drähten, 15mal Teilpatellektomie) gegenübergestellt. Dabei zeigt sich, daß bei einem Trümmerbruch der Kniescheibe mit Verwerfung der Fragmente und Zerreißung des Reservestreckapparates durch eine PEK günstigere Bedingungen für die Funktion des Kniegelenkes geschaffen werden können als durch ein mosaikartiges Zusammensetzen der z. T. später der Resorption verfallenden Fragmente mit zurückbleibenden Gelenkstufen.

Bei den zum Vergleich herangezogenen Tierversuchen wurden 7 Ratten einseitig und 3 doppelseitig patellektomiert. 7mal erfolgte eine homoiologe, 2mal eine isologe und 4mal eine autologe Transplantation der Patella. Nach Wundheilung wurde ein allmählich gesteigertes Lauftraining bis zu 180 m pro Tag (etwa 45 Minuten Laufzeit) durchgeführt. Ein vom Normalen abweichendes Bild beim Laufen zeigten nur einzelne Tiere.

Nach 5 - 26 Wochen wurden die Tiere getötet und die Kniegelenke aller Tiere histologisch aufgearbeitet. In den patellektomierten Gelenken entstanden schon nach 5 Wochen Arthrosen; die nichtoperierten Gelenke derselben Tiere zeigten erst nach längerer Überlebenszeit arthrotische Veränderungen.

Reste der Mehrzahl der transplantierten Kniescheiben waren auffindbar. Die verpflanzte Patella kann eine Zeitlang normale Funktionen übernehmen. Die Knochensubstanz wird jedoch bei allen Transplantaten nekro-

tisch, da eine sofortige Ernährung des Implantates nicht gewährleistet ist.

Arthrosen lassen sich in operierten Kniegelenken häufiger und ausgeprägter nachweisen als in Vergleichsgelenken. Dabei sind bezüglich der Intensität der Gelenkveränderungen nach PEk und Transplantationen der Patella keine wesentlichen Unterschiede zu vermerken.

Beginnende Zeichen einer Teilregeneration der Knochen-
substanz des Implantates sind nach homoiologer Trans-
plantation 13 Wochen, nach autologer Transplantation
dagegen schon 10 Wochen postoperativ erkennbar; ein
deutlicher Hinweis darauf, daß die Transplantations-
Immunität den funktionsgerechten Einbau der trans-
plantierten Kniescheibe ebenso behindert, wie die
postoperativ mangelnde Blutzirkulation.

F Literaturverzeichnis

- ABESSER, E.W. : Die Resektion der Patella als
Behandlungsform schwerer
Trümmerfrakturen
Verh. Dtsch. Orthop. Ges.
49. Kongr. 105 - 106, 1962
- ALTHAM : Zit. bei BERENTY und KALABY
- ARNOLD, H. : Untersuchungsergebnisse über
die Behandlung von Patellar-
frakturen
Dissertation, Leipzig,
Dez. 1961
- AXHAUSEN, G. : Histologische Untersuchungen
über Knochentransplantationen
am Menschen
Dtsch. Z. Chir. 91, 388, 1908
- AXHAUSEN, G. : Die pathologisch-anatomischen
Grundlagen der Lehre von der
freien Knochentransplantation
beim Menschen und Tier
Med. Klin. Beih. 2, 23, 1908
- AXHAUSEN, G. : Die histologischen und klini-
schen Gesetze der freien Osteo-
plastik auf Grund von Tier-
versuchen
Arch. klin. Chir. 88, 23, 1909
- AXHAUSEN, G. : Über den Vorgang partieller
Sequestrierung transplantiert-
en Knochengewebes
Arch. klin. Chir. 89, 281, 1909

- AXHAUSEN, G. : Kritische Bemerkungen und neue Beiträge zur freien Knochen-
transplantation
Arch. klin. Chir. 94, 241, 281,
296, 1911
- AXHAUSEN, G. : Über den histologischen Vorgang
bei der Transplantation von Ge-
lenkenden, insbesondere über
die Transplantationsfähigkeit
von Gelenkknorpel und Epiphysen-
knorpel
Arch. klin. Chir. 99, 1, 1912
- AXHAUSEN, G. : Histologische Untersuchungen an
frei transplantiertem menschi-
chem Epiphysen- und Gelenk-
knorpel
Arch. klin. Chir. 111, 832,
1919
- AXHAUSEN, W. : Bedeutung der Individual- und
Artspezifität der Gewebe für
die freie Knochenüberpflanzung
Hefte Unfallheilkunde 72,
Springer, 1962
- AXHAUSEN, W. : Individual- und Artspezifität
des transplantierten Knochenge-
webes
Langenbecks Arch. klin. Chir.
306, 1964
- AXHAUSEN, W. : Zur Biologie der Knochentrans-
plantationen
Zbl. Chir., Sonderbd., Teil I,
1967

- AXHAUSEN, W. :
SCHULTZE, G. Zur Behandlung der Zertrüm-
merungsfrakturen der Patella
Zbl. Chir. 84, 534 - 537, 1959
- BAUMGARTL, F. : Das Kniegelenk
Springer - Verlag, Berlin-
Göttingen-Heidelberg, 1964
- BEDACHT, R. :
RUEFF, F.L. Beitrag zur konservativen
und operativen Behandlung der
Patella-Fraktur
Hippokrates (Stuttg.) 40,
17 - 21, 1969
- BERENTY, G. :
KALABY, L. Partielle oder totale Patell-
ektomie in der Behandlung der
Patellarfrakturen
Zbl. Chir. 90, 371 - 377, 1965
- BERTOCCHI Innesti dell'apparato rotuleo
fissato (Pfropfung des fixier-
ten Kniescheibenapparates)
Chir. Org. Movim. 13, 377 -
412, 1929
- BLOCK, W. : Behandlung der Kniescheiben-
brüche mit Drahtextension
Zbl. Chir. 56, 1046 - 1049,
1929
- BLODGETT, W.E. :
FAIRCHILD, R.D. Fractures of the patella.
Results of total and partial
excisions of the patella for
acute fracture. (Knieschei-
benbruch. Ergebnisse bei tota-
ler und partieller Excision
der gebrochenen Kniescheibe)
J. amer. med. Assoc. 106,
2121 - 2125, 1936

- BÖHLER, J. : Behandlung der Kniescheiben-
 brüche
 Osteosynthese, Teilexstirpa-
 tion, Exstirpation
 Dtsch. med. Wschr. 86, 1209 -
 1212, 1961
- BÖHLER, L. : Die Technik der Knochenbruch-
 behandlung im Frieden und im
 Kriege
 9. - 11. Auflage
 Verlag Wilhelm Maudrich, Wien,
 1943
- BÖTTGER, B. : Patellatransplantationen bei
 Tibiakopfbruch
 Mschr. Unfallheilk. 71,
 77 - 87, 1968
- BRAUNMÜHL von, S. : Vergrößerung der Patella nach
 Fraktur
 Dissertation, Mainz, 1961
- BROOKE, R. : The treatment of fractured
 patella by excision. A study
 of morphology and function
 (Die Behandlung des Knie-
 scheibenbruchs durch Excision
 der Bruchstücke. Eine morpho-
 logische und funktionelle
 Studie)
 Brit. J. Surg. 24, 733 - 747,
 1937
- BRUCE, J. : Excision of the patella
WALMSLEY, R. J. Bone Jt. Surg. 24 - A, 311,
 1942

- BRÜCKNER, H. : Das Behandlungsproblem der Patellafrakturen. Eine Nachuntersuchung der Kniescheibenbrüche der Chirurgischen Universitätsklinik Rostock (1946 - 1960)
Dissertation, Rostock, 1961
- CECI, A. : Eine neue Operation der Patellarfractur. Subcutane Metallnaht der Kniescheibe
Dtsch. Z. Chir. 23, 285, 1885
- DEUTSCHLÄNDER, C. : Beitrag zur Verpflanzung ganzer Kniegelenke
Dtsch. Zeitschr. f. Chirurg., 128, H. 1/2, 183 - 199, 1914
- DOBERAUER, G. : Die Behandlung der Patellarfrakturen an Wölfer's Klinik
Bruns' Beitr. klin. Chir. 46, 547 - 574, 1905
- DREYER, J. : Indikationen und Ergebnisse der partiellen Patellektomie
GROHER, W. Chir. Prax. 12, 461 - 468, 1968
- ECKE, H. : Kniebinnenverletzungen I
Diagnostik 2, 69 - 70, 1969
- ECKE, H. : Diagnostik des Kniebinnen-
traumas II
Diagnostik 2, 115 - 118, 1969
- ECKE, H. : Verletzungsarten und Behandlung des Kniebinnentraumas III
Diagnostik, 2, 185 - 188, 1969

- ECKE, H. : Knöcherner Verletzungen beim Kniebinnentrauma IV
Diagnostik 2, 229 - 233, 1969
- EHLERT, C. : Behandlungsergebnisse nach Knie-scheibenteilentfernung
Mschr. Unfallheilk. 66,
232 - 239, 1963
- FLINCHUM, D. : Patellectomy : when, why and
how (Patellektomie : wann,
warum und wie)
Sth. med. J. 59, 897 - 900,
1966
- FOWLER : Zit. bei BERENTY und KALABY
- FÜRMAIER, A. : Beitrag zur Mechanik der
Patella und des Gesamtkniege-
lenkes
Arch. orthop. Unfall-Chir. 46,
78, 1953
- GECKELER, E.O. : Patellectomy for degenerative
QUARANTA, A.V. arthritis of the knee
J. Bone Jt. Surg. 44 - A,
1109, 1962
- GECKELER : Zit. bei JANI
- GERHARD, H. : Die Kulisriemencerclage zur
Behandlung der Patellarfrak-
turen
Zbl. f. Chir. 93, 393 - 396,
1968

- GRZYWA, N. : Autoplastische Bolzung der Patella in den Femur nach Resektion des Kniegelenkes bei destruktivem Prozeß in der Femurepiphyse
Zbl. Chir. 1903 - 1907, 1936
- GURLT, E. : Geschichte der Chirurgie und ihrer Ausübung
Volkschirurgie - Altertum - Mittelalter - Renaissance
Georg Olms Verlagsbuchhandlung, Hildesheim, 1964
- HELLNER, H. : Lehrbuch der Chirurgie
NISSEN, R. 5. Aufl.
VOSSSCHULTE, K. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1967
- HERGET, R. : Tafeln von Normal - Rentensätzen
In : Das ärztliche Gutachten im Versicherungswesen
2. Aufl., Bd. I, S. 642
Johann Ambrosius Barth, München, 1955
- HIPPOKRATES : Sämtliche Werke
Übersetzt von Dr. Upmann;
Physikus im Fürstentum Birkenfeld
3. Band, Verlag von Albert Nauck u. Comp., Berlin, 1847

- HÜTTEN von der, F. : Zur Behandlung der Kniescheibenbrüche
Bruns' Beitr. klin. Chir.
121, 687 - 703, 1921
- JÄRVINEN : Zit. bei BRÜCKNER
- JANI, L. : Über die Patellektomie und
VIERNSTEIN, K. ihre Spätergebnisse
BESIRSKY, H.-W. Arch. f. Orthop. u. Unfall-
Chir. 66, 286 - 296, 1969
- JONASCH, E. : Das Kniegelenk
Diagnose und Therapie seiner
Verletzungen und Erkrankungen
Walter de Gruyter & Co.
Berlin, 1964
- KÄSTNER, H. : Kniescheibenbrüche, ihre
Behandlung und Vorhersage
Erg. Chir. 17, 240 - 307,
1924
- KALTHOFF, R. : Die Behandlungsergebnisse der
Patellarfrakturen an der
Chirurgischen Universitäts-
klinik Greifswald in den
Jahren 1937 - 1958
Dissertation, Greifswald, 1959
- KARNBAUM, S. : Die Knochenverletzungen am
Kniegelenk unter besonderer
Berücksichtigung der Knie-
scheibenbrüche
Bruns' Beitr. klin. Chir. 210,
84 - 94, 1965

- KELLER, E.A. : Zur Frage der partiellen oder totalen Patellektomie
Mschr. Unfallheilk. 61,
172 - 177, 1958
- KOCHER, Th. : Zur Behandlung der Patella-
fraktur
Zbl. Chir. 7, 321, 1880
- KOFMANN, S. : Über den operativen Ersatz
der Kniescheibe
Zbl. Chir. Jg. 49, Nr. 50,
1851 - 1855
- KÜMMERLE, F. : Über die Indikation zur
WELLER, S. Patellektomie
Mschr. Unfallheilk. 64,
55 - 63, 1961
- KUKLA, D. : Indikation und Wert der
Patellektomie
Chir. Praxis, 211 - 218, 1960
- LEWISOHN, R. : Zur Frage der Naht bei Pa-
tellafrakturen
Bruns' Beitr. klin. Chir. 52,
197 - 235, 1907
- LOTHEÏSSEN, G. : Ist die Kniescheibe unbedingt
notwendig ?
Med. Klin. 36, 735 - 737, 1940
- MALGAIGNE, J.F. : Die Knochenbrüche und Ver-
renkungen
Stuttgart, Band I, 724 - 762,
1850

- MARSCHNER, G. : Die operative Behandlung der Patellafraktur mit einem modifizierten Kutislappen
Zbl. Chir. 80, 1081 - 1086, 1955
- MEYER, A.W. : Gelenktransplantation aus der Leiche; 14 Monate lang funktionell belastungsfähig gebliebenes homoioplastisches Kniegelenkstransplantat
Koch, W. 53. Tag. d. Dtsch. Ges. f. Chir., Berlin, Sitzg. v. 3. - 6. IV., 1929
- MOCCIA, G. : Osservazioni clinico-radiologiche sopra duecento casi di innesto nella tubercolosi osteo-articolare
(Klinisch-röntgenologische Bemerkungen über 200 Fälle von Transplantation bei Knochen-Gelenktuberculose)
Policlinio Sez. chir. 46, 201 - 222, 1939
- MÜLLER, H. : Die Behandlungsmethoden der Kniescheibenbrüche
Dissertation, Berlin, 1892

- MÜLLER, M.E. : Technik der operativen Frak-
turenbehandlung
ALLGÖWER, M. Springer - Verlag, Berlin -
WILLENEGGER, H. Göttingen - Heidelberg, 1963
- MÜLLER, W. : Über typische akzessorische
Knochenbildungen an der Patel-
la
Bruns' Beitr. Bd. 120, 599,
1920
- NOVOSELCEV, N. : Osteoplastische Wiederher-
stellung der Kniescheibe
Ortop. i Travmat. 4, 70 - 73,
1930
Zbl. Chir., 1911 - 1915, 1930
- OEHLECKER, F. : Resultate blutiger und un-
blutiger Behandlung von
Patellafracturen
Arch. klin. Chir. 77, 750 -
782, 1905
- PALMA de, A.F. : Joint changes following
FLYNN, J.J. experimental partial and
total patellectomy (Über
Gelenkveränderungen im Ge-
folge einer experimentellen
partiellen und totalen
Patella-Exstirpation)
J. Bone Surg. A. 40, 395 -
413, 1958
- PAP, K. : Zur funktionellen Behandlung
der Kniescheibenbrüche
Arch. orthop. Unfallchir. 52,
71 - 75, 1960
- PASCHOLD : Zit. bei KARNBAUM

- PAUWELS, F.R. : Überraschende Erfolge durch
Anwendung einer Zuggurtung
bei der Patellafraktur
Münchener Med. Wschr., 108.
Jahrgang, 1278, 1966
- PIERER, H. : Exstirpation der Kniescheibe
Behandlungsergebnisse
Chirurg. Praxis, 101, 1960
- PLAUE, R. : Behandlung schwerer Schien-
beinkopfbrüche durch Patella-
implantation
Arch. orthop. Unfall-Chir. 61,
240 - 246, 1967
- PUTZ : Zit. bei BERENTY und KALABY
- RETTIG, H. : Das Röntgenbild der Knieschei-
be in der Differentialdiag-
nose der Erkrankung des Knie-
gelenkes und der Patella
Zbl. f. Orthop. 91, 551 - 566,
1959
- RICARD, R. : Les fractures de la rotule
CHAIX, D. (Die Patellafrakturen)
CROUZAT, B. Lyon Chir. 63, 355 - 362, 1967
- RIESS, J. : Behandlungsergebnisse nach
Entfernung der Kniescheibe
Mschr. Unfallheilk. 56,
147 - 152, 1953

- ROGERS, J. : Autogenous bone grafting for fracture of the patella
(Autoplastische Knochen-
pfropfung bei Patellar-Frak-
turen)
Ann. of surg. Bd. 59, Nr. 4,
483 - 485, 1914
- ROSEN von, S. : Spätresultate nach Patellek-
tomie
Verh. dtsch. orthop. Ges. 40,
135, 1952
- RUËFF, F. : Behandlung von Kniescheiben-
brüchen mit der Teilpatellek-
tomie
Zbl. f. Chir., 93. Jahrgang,
640 - 643, 1968
- RUST, J. : Theoretisch - praktisches
Handbuch der Chirurgie
Berlin, Wien, Bd. 7, 509 - 516,
1832
- SAMOYLOV, G.S. : Alloplastika Nadkolennika
Alloplasty of the patella
Ortopedija Travmatologija
Protezirovanie 26, Nr. 8,
20 - 23, Moskva, 1965
- SEBELLIN, O. : La patellectomia parziale e
LAZZARI, A. totale nella cura chirurgica
delle fratture della rotula.
(Die partielle oder totale
Patellektomie in der chirur-
gischen Behandlung der Knie-
scheibenbrüche)
Osp. ital. chir. 6, 68, 1962

- SONNENSCHNEIN, A. : Biologie, Pathologie und Therapie der Gelenke. Dargestellt am Kniegelenk Benno Schwabe u. Co. Verlag Basel, 1952
- SOWIŃSKI, W. : Late results of the fractures of patella treated by means of screw fixation (Spätergebnisse der Schraubenosteosynthese von Patellarbrüchen) Chir. Narzad. Ruchu 31, 537 - 542, 1966
- JASIŃSKI, J.
- MIELNIK, Z.
- SCHMIDT, E. : Über die Anwendung der Druckosteosynthese bei Kniescheibenbrüchen Zbl. Chir. 84, 178 - 182, 1959
- SCHÖNBAUER : Zit. bei KARNBAUM
- SCHULZE-WARNECKE, H. : Sehnenplastik bei Patellektomie Mschr. f. Unfallheilk., 69. Jahrgang, 8 - 13, 1966
- STRUCK, F. : Das Behandlungsproblem der Patellafrakturen mit besonderer Berücksichtigung der Ergebnisse bei der Cerclage und Teilpatellektomie Beitr. Orthop. 13, 329 - 337, 1966
- TERLEP, H. : Beitrag zur operativen Behandlung der Patellarfraktur Zbl. Chir. 82, 409 - 410, 1957

- TERLEP, H. : Patellaexstirpation und Teil-
regeneration durch Periost-
reste
Zbl. Chir. 82, 1164 - 1165,
1957
- TEXTOR : Zit. bei SCHULZE - WARNECKE
- TITZE, A. : Ersatz der zertrümmerten
Gelenkfläche des Schienbein-
kopfes durch die Kniescheibe
Chirurg 33, 360 - 362, 1962
- VALDONI, P. : Contributo sperimentale e
clinico alla ricostruzione
plastica rotulea con il
processo Dalla Vedova
(Experimenteller und klini-
scher Beitrag zur plastischen
Wiederherstellung der Knie-
scheibe nach dem Verfahren von
Dalla Vedova)
Policlinico, sez. chir. Jg. 33,
H. 8, 419 - 436, 1926
- VILLINGER, K.J. : Behandlungsergebnisse bei
Patellafrakturen
Münchener Med. Wschr. 108.
Jahrgang, 1148, 1966
- VITALLI, H.P. : Die biologischen Grundlagen
der Knochentransplantation
Z. Orthop. 99, 146 - 166, 1964
- VULPIUS, O. : Knochenplastik bei Patellar-
fraktur
Z. Orthop. 34, 545 - 548, 1914

- WAERDEN van der, B.L. : Tafeln zum Vergleich zweier
NIEVERGELT, E. Stichproben mittels X - Test
und Zeichentest
Springer - Verlag, Berlin -
Göttingen - Heidelberg, 1956
- WANKE, R. : Knochenbrüche und Verrenkungen
MAATZ, R. Urban und Schwarzenberg,
JUNGE, H. München - Berlin - Wien,
LENZ, W. 2. Aufl., 1967
- WEHNER, E. : Über die Bedeutung abnormer
mechanischer Beanspruchung
der Gelenkenden für die
Pathogenese der Arthritis de-
formans (Experimentell -
histologische Studie)
Dtsch. Z. Chir. 180, 201, 1923
- WELLER, S. : Die Traumatologie des Knie-
KÖHNLEIN, E. gelenks
Diagnostik und Therapie
Georg Thieme Verlag,
Stuttgart, 1962
- WELLER, S. : Die partielle Patellektomie
SAMINI, P. als Behandlungsmethode bei
Kniescheibenbrüchen
Mschr. Unfallheilk. 70,
167, 1967
- WEST, F.E. : Results of patellectomy
J. Bone Jt. Surg. 44 - A,
1089, 1962

WILSON, N.J. :
JACOBS, J.E.

Patellar graft for severely
depressed comminuted fractures
of the lateral tibial condyle
(Transplantation der Patella
bei schweren Zertrümmerungs-
brüchen des lateralen Tibia-
kondylus)

J. Bone Surg. 34 - A,
436 - 442, 1952

ZORDAN, G. :

Il filo di Kirschner per-
cutaneo nel trattamento delle
fratture di rotula
(Percutane Kirschner - Draht-
tung bei Kniescheibenbrüchen)
Minerva ortop. (Torino) 17,
393 - 394, 1966

Biographisches Lexikon der hervorragenden Ärzte aller
Zeiten und Völker

Urban u. Schwarzenberg, München - Berlin, 1962

Handbuch der praktischen Chirurgie

Enke, Stuttgart, 733, 1914

Für die Erlaubnis zur Einsichtnahme in die Krankengeschichten und die Bereitstellung des Arbeitsplatzes möchte ich Herrn Professor Dr. med. K. Vosschulte herzlich danken.

Mein aufrichtiger Dank gilt Herrn Professor Dr. med. H. Ecke für die Anregung zu der vorliegenden Arbeit und die freundliche Unterstützung bei allen auftretenden Fragen sowie für die Beratung bei der Niederschrift.

Lebenslauf

Am 22. April 1942 wurde ich als Sohn des praktischen Arztes Dr. med. Heinz Bernstein und seiner Ehefrau Dr. med. dent. Margarete Bernstein, geb. Hendrich, in Magdeburg geboren. Nach dem Volksschulabschluß in meinem Heimatort Lüderitz (Altmark) besuchte ich ab September 1956 die Oberschule in Stendal. Im November 1959 flüchtete unsere Familie aus der Ostzone in die Bundesrepublik. Am Aufbaugymnasium in Friedberg (Hessen) setzte ich meinen Oberschulbesuch fort. Dort bestand ich am 6. März 1962 das Abitur. Vom 1. April 1962 bis zum 31. März 1964 leistete ich meinen Wehrdienst bei der Sanitätstruppe ab. Im Mai 1964 begann ich mit dem Medizinstudium an der Justus Liebig-Universität in Gießen. Im April 1965 bestand ich das Vorphysikum, im August 1966 das Physikum und im Januar 1970 das Staatsexamen. Vom 1. März bis zum 31. August 1970 war ich als Medizinalassistent auf der internistischen Abteilung des Kreiskrankenhauses Gießen in Lich. Seit dem 1. September 1970 bin ich Medizinalassistent auf der chirurgischen Abteilung des Johanniter - Krankenhauses in Dierdorf (Westwald).

